COMITÉ PERMANENT INTER-ÉTATS DE LUTTE CONTRE LA SÉCHERESSE DANS LE SAHEL

PERMANENT INTERSTATE COMMITTEE FOR DROUGHT CONTROL IN THE SAHEL

CENTRE REGIONAL AGRHYMET

DEPARTEMENT FORMATION ET RECHERCHE

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES POUR L'OBTENTION DU DIPLOME DE

MASTERE EN CHANGEMENT CLIMATIQUE ET DEVELOPPEMENT DURABLE

Promotion ***: 2011-2012***

Présenté par : **M. AFFO-DOGO Abalo**

VULNERABILITE ET STRATEGIES D'ADAPTATION DES AGRICULTEURS DANS LA REGION DES PLATEAUX AU TOGO FACE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE : CAS DE LA COMMUNAUTE RURALE DE KPIME

Soutenu le **24 mai 2012** devant le jury composé de :

Président : **Dr Eustache B. BOKOKON-GANTA, CTP PNUD/CNEDD**

Membres : **Dr Sanoussi ATTA, Centre Régional AGRHYMET**

Dr Alhassane AGALI, Centre Régional AGRHYMET

Maître de Mémoire : **Dr. Benoit SARR, Maître assistant, Centre Régional AGRHYMET**

TABLE DE MATIERES

LISTE DES TABLEAUX iii
LISTE DES FIGURES iv
DEDICACE v
REMERCIEMENTS vi
SIGLES vii
Résumé viii
Abstract viii
Introduction 1
I. Objectifs 3
1.1 Objectif global 3
1.2 Objectifs spécifiques 3
II. Etat des connaissances 4
III. Matériel et Méthodes 10
3.1 Matériel 10
3.1.1 Zone d'étude 10
3.1.2 Données météorologiques 12
3.1.3 Données agronomiques 12
3.1.4 Données d'enquête 12
3.2 Méthodes 13
3.2.1 Méthode d'analyse de la perception paysanne : Conduite d'enquêtes 13
3.2.2 Méthode d'analyse de la variabilité et changement climatique 13
3.2.2.1 Test de comparaison des moyennes de Student 14
3.2.2.2 Test de tendance de Mann Kendall 15
3.2.3 Méthode d'analyse des risques climatiques 15
3.2.3.1 Méthode d'analyse de la sécheresse 15
3.2.3.2 Méthode d'analyse des températures extrêmes 16
3.2.3.3 Méthode d'analyse du démarrage de la saison des pluies 16
3.2.3.4 Méthode d'analyse de la longueur des saisons 16
3.2.4 Méthode d'évaluation des impacts et le niveau de vulnérabilité des paysans 17
3.2.4.1 Méthode d'analyse de la matrice d'impacts 17

3.2.4.2 Méthode d'analyse de la matrice d'adaptation 20
3.2.5 Méthode de priorisation des options d'adaptation et proposition de projets prioritaires 22
3.3 Outils 23
IV. Résultats 24
4-1 Analyse de la perception paysanne de la variabilité et du changement climatique 24
4-2 Analyse de la variabilité et changement climatique 25
4-3 Analyse des risques climatiques 27
4-3-1 Analyse des risques liés à la sécheresse 27
4-3-2 Analyse des températuresextrêmes 29
4-3-3 Analyse du démarrage de la saison agricole 31
4-3-4 Analyse de la longueur des saisons agricoles 32
4-4 Evaluation des impacts et de la vulnérabilité des paysans 34
4-4-1 Evaluation des impacts 34
4.4.1.1 Identification des impacts 35
4.4.1.2 Matrice d'impacts 37
4-4-2 Evaluation de la vulnérabilité des paysans 39
4-5 Identification et priorisation des options d'adaptation 41
4-5-1 Identification des options d'adaptation et Matrice d'adaptation 41
4-5-2 Priorisation des options d'adaptation 43
V- Discussions 45
Conclusion et suggestions 47
Bibliographie 48
ANNEXE I
Annexe 1 : Protocole de questionnaire II
Annexe 2 : Equations recommandées par ASSANI (filtre passe-bas de hanning d'ordre 2). VII
Annexe 3 : Classe d'âges des individus enquêtés VIII
Annexe 4 : Tests de rupture des différents paramètres à Atakpamé IX
Annexe 5 : Tests de rupture des différents paramètres à Kouma-Konda et à Kpalimé-Tové ... X
Annexe 6 : Tendance de l'évolution des différents paramètres (Test de Mann Kendall) XII
Annexe 8 : Prélèvement d'eau de boisson dans la rivière XVI
Annexe 9 : Activités Génératrices de Revenu XVII

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I : Type de sol et Réserve Utile (RU) correspondante 12
Tableau II : Typologie de la matrice d'impacts 17
Tableau III : Terminologie des probabilités d'occurrence des risques 18
Tableau IV : Couleurs associées aux probabilités d'occurrence 18
Tableau V : Différentes valeurs du risque 19
Tableau VI : Identification des options d'adaptation 20
Tableau VII : Barème de notation des indicateurs socio-économiques 21
Tableau VIII : Matrice de vulnérabilité (identification des degrés de vulnérabilité) 22
Tableau IX : Matrice de priorisation des options d'adaptation 22
Tableau X : Barème d'évaluation des options d'adaptation 23
Tableau XI : Perception sur la variabilité climatique 25
Tableau XII : Probabilités d'occurrence des risques de la zone 34
Tableau XIII : Matrice des valeurs de risque de la zone 35
Tableau XIV : Identification des impacts 36
Tableau XV : Niveau de sévérité des conséquences des risques sur les variables 37
Tableau XVI : Matrice d'impacts 38
Tableau XVII : Notation des indicateurs socio-économiques 39
Tableau XVIII : Matrice de vulnérabilité de la zone 40
Tableau XIX : Options d'adaptation 41
Tableau XX : Matrice d'adaptation de la zone 42
Tableau XXI : Priorisation des stratégies d'adaptation dans la zone 43

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Localisation de la zone d'étude 10
Figure 2 : Zone d'étude détaillée 11
Figure 3 : Séance d'enquête sur la perception des paysans 13
Figure 4 : Diagramme de Vulnérabilité socio-économique des modes d'existence 21
Figure 5 : Perception des paysans sur les Indicateurs de saison 25
Figure 6: Variabilité interannuelle de la pluviométrie à Atakpamé, de 1950 à 2011 26
Figure 7 : Variabilité interannuelle de la pluviométrie à Kouma-Konda, de 1950 à 2011 26
Figure 8: Variabilité interannuelle de la pluviométrie à Kpalimé-Tové, de 1950-2011 27
Figure 9 : Variabilité des séquences sèches les plus longues pendant les mois les plus pluvieux à Atakpamé 28
Figure 10: Variabilité des séquences sèches les plus longues pendant les mois les plus pluvieux à Kpalimé-Tové 28
Figure 11 : Tendance de la moyenne annuelle de la température maximale et moyenne des sous-séries 1961-1982 et 1983-2011à Atakpamé 29
Figure 12 : Tendance de la moyenne annuelle de la température minimale et moyenne des sous-séries 1961-1976 et 1977-2011à Atakpamé 30
Figure 13 : Evolution des Jours et nuits climatologiquement chauds 30
Figure 14 : Variabilité des dates de démarrage des pluies à Atakpamé 31
Figure 15 : Variabilité des dates de démarrage des pluies à Kouma-Konda 32
Figure 16 : Variabilité des dates de démarrage des pluies à Kpalimé-Tové 32
Figure 17 : Variabilité des longueurs de la saison des pluies à Atakpamé 33
Figure 18 : Variabilité des longueurs de la saison des pluies à Kouma-Konda 33
Figure 19 : Variabilité des longueurs de la saison des pluies à Kpalimé-Tové 34
Figure 20: Perception paysanne des impacts identifiés 35
Figure 21 : Diagramme de Vulnérabilité socio-économique des modes d'existence des agriculteurs de Kpimé 40

DEDICACE

Je dédie ce travail :

A ma mère, ISSA Salamatou dite Akouba

A ma femme Djemila GAFFA, pour sa patience et tout le soutien qu'elle m'apportait ;

A mes enfants pour que ce travail leur inspire à l'avenir ;

A mes frères et sœurs Adidjatou, Adimatou, Djabarou ;

A mes beaux parents GAFFA et BOUKARI

A tous mes camarades promotionnaires du Mastère.

REMERCIEMENTS

Au terme de cette formation de Mastère en Changement Climatique et Développement Durable qui a duré douze (12) mois, il me plait de témoigner toute ma gratitude et mes remerciements à l'administration du Centre Régional AGRHYMET (CRA), et à son personnel, pour m'avoir donné l'opportunité de suivre des enseignements de qualité dans de bonnes conditions de travail et dans un pays très hospitalier, le Niger.

J'adresse mes vifs remerciements et ma grande reconnaissance au Dr. Benoît SARR, chef filière agrométéorologie, coordonnateur pédagogique du Mastère Changement Climatique et Développement Durable et Coordonnateur Scientifique du Projet Alliance Mondiale contre le Changement Climatique (GCCA UE-CILSS), pour son encadrement de qualité et pour ses efforts pour la réussite de ce travail. Ses suggestions et sa rigueur dans la démarche méthodologique et scientifique m'ont été très bénéfiques.

Mes remerciements vont particulièrement à M. SARR Etienne (chef du Département Formation et Recherche), Il a su relever le défi, en coordonnant avec beaucoup de succès la formation de cette première promotion de Mastère en Changement Climatique et Développement Durable au CRA. Mes remerciement vont également à l'endroit du responsable de la Formation de base, Dr ATTA Sanoussi, qui n'a ménagé aucun effort pour la réussite de cette formation.

Je ne manquerai pas mes remerciements à l'Union Européenne qui a financé ce mastère à travers le programme Food Security Thematic Program (FSTP) et le Fonds Français pour l'Environnement Mondial (FFEM) pour son appui financier aux frais de recherche.

Ce mémoire ne serait pas à son terme dans les délais prescrits n'eut été l'aide et les facilités dont nous avons bénéficié au niveau de la Direction Générale de la Météorologie Nationale. Je remercie mon Directeur Général, M. EGBARE Awadi Abi qui m'a permis de suivre la formation et tout le personnel, à travers le chef du personnel M. LAOGBESSI T.T.

A tous mes camarades de promotion, je leur dis un grand merci pour le soutien mutuel et l'esprit de solidarité dont nous avons fait montre durant tout notre parcours au Niger.

Enfin, je remercie tous ceux qui ont participé de près ou de loin à la réussite de cette formation.

SIGLES

BOAD : Banque Ouest Africaine de Développement

CILSS : Comité permanent Inter-état de Lutte contre la Sécheresse au Sahel

CNICC : Communication Nationale Initiale des Changements Climatiques

DCN : Deuxième communication nationale

FAO : United Nation Organization for Food and Agriculture (Organisation des Nations Unies pour l'Agriculture et l'Alimentation)

FFEM : Fonds Français pour l'Environnement Mondial

FIDA : Fonds International De Développement Agricole

FIDA : Fonds International de Développement Agricole

FSTP : Foods security Thematic Program

GIEC (IPCC) : Groupe Intergouvernemental d'Experts sur l'Évolution du Climat (International Panel of Climate Change)

IRD : Institut français de Recherche pour le Développement

PADAT : Projet d'Appui au Développement Agricole au Togo

PANA : Plan d'Action National d'Adaptation au changement climatique

PNUD : Programme des Nations Unies pour le Développement

PRGDT : Programme Régional de Gestion Durable des Terres et d'adaptation aux changements climatiques au sahel et en Afrique de l'Ouest

UEMOA : Union Economique et Monétaire Ouest Africaine

Résumé

Le Togo, caractérisé par une faible capacité d'adaptation, est particulièrement vulnérable aux effets néfastes des changements climatiques en raison des ressources limitées dont il dispose. Dès lors, il convient d'approfondir les études de vulnérabilité et d'adaptation aux variations et changements climatiques. C'est ce qui justifie cette étude qui va contribuer à la réduction de la pauvreté par la proposition de la mise en œuvre des stratégies d'adaptation nécessaires face au changement climatique. Pour ce faire, une enquête de terrain a été menée auprès de 260 agriculteurs de Kpimé et a permis d'identifier les risques, les impacts et les stratégies endogènes d'adaptation exercées par ces paysans. Les données journalières, de la série 1950-2011, de température et de pluviométrie des stations d'Atakpamé, de Kouma-Konda et de Kpalimé-Tové ont été utilisées. Les logiciels SPSS, Instat+ et Rclimdex ont permis d'analyser les données d'enquête sur la perception paysanne et les paramètres climatiques et agro climatiques de la saison. Les résultats des données observées ont montré que la pluviométrie a une tendance globale à la baisse. Quant à la température, elle est très significativement en hausse avec des écarts de 0,9°C pour les maximas et 1,01°C pour les minimas. La période d'installation de la saison a fortement subi de variation ces dernières années. La fin de la saison quant à elle, s'installe de plus en plus tôt. En général, les perceptions locales convergent avec les résultats issus de l'analyse du climat observé qui confirment les risques observés (la sécheresse, la hausse des températures, le démarrage tardif et le raccourcissement des saisons des pluies). L'étude de la vulnérabilité est menée par la méthode de l'approche matricielle des risques de la banque mondiale dont le processus nous conduit à l'établissement de la matrice et à la priorisation d'options d'adaptation. Cinq options d'adaptation ont été hiérarchisées dont les deux premières sont déclinées en fiches de projets prioritaires.

Mots clés : Vulnérable, Changement Climatique, Risques, Impacts, Stratégies, Adaptation, Variations Climatiques, Priorisation, SPSS, Rclimdex.

Abstract

Our country, characterized by a low capacity of adaptation, is particularly vulnerable in the fatal effects of climate change because of the limited resources which it has. From then on, it is advisable to deepen the studies of vulnerability and adaptation to the recent climatic variations and to the climate change. It is what justifies this study which is going to contribute to the reduction of the poverty by the proposal of the implementation of the necessary strategies of adaptation in front of climate change. To do it, a survey of ground was led with 260 farmers of the zone and allowed to identify the risks, the impacts and the endogenous strategies of adaptation exercised by these farmers. The daily data of the series 1950-2011 of temperature and rainfall of the stations of Atakpamé, Kouma-Konda and Kpalimé-Tové were used. The SPSS, Instat+ and Rclimdex allowed to analyze the data of survey on the peasant perception and the climatic parameters and the agro climatic of the season. The results of the observed data showed that the rainfall has a global trend to the reduction. As for the temperature, it is very significantly increasing with distances of 0,9°C for the maximums and 1,01°C for the minimums. The period of installation of the season more than thirty years ago with regard to these last ten years, passed from March till May. The end of the season as for it, settles down earlier and earlier. Generally, the local perceptions converge with the results stemming from the analysis of the observed climate which confirm the observed risks (the drought, the increase of the temperatures, the late starting up and the shortening of rainy seasons).

The study of the vulnerability is led by the method of the matrix approach of the risks of the World Bank, the process of which leads us to the establishment of the matrix and to the prioritization of adaptation options. Five adaptation options were ranked among which both first ones are declined in index cards of priority projects.

Key Words: Vulnerable, Climate Change, Risks, Impacts, Strategies, Adaptation, climatic variations, prioritization, SPSS, Rclimdex.

Introduction

Il est maintenant scientifiquement admis que le changement climatique est une réalité avec laquelle l'humanité devra composer (PANA-Togo, 2009).

Les changements climatiques évalués par le Groupe Intergouvernemental d'experts sur l'Évolution du Climat (GIEC) dus à la modification de la teneur en gaz de l'atmosphère indiquent diverses tendances actuelles et futures susceptibles de se manifester au niveau mondial et africain : hausse des températures, montée du niveau des océans, variabilité accrue de la pluviométrie et des caractéristiques des saisons agricoles, recrudescence de phénomènes extrêmes tels que les sécheresses et inondations (BOAD, 2010).

Certains pays d'Afrique subsaharienne connaissent d'ores et déjà des conditions climatiques qui rendent l'agriculture difficile.

Il est probable que le changement climatique réduise la durée de croissance végétale, surtout dans certaines régions du continent (Thornton, 2006) voire, au pire, contraigne de vastes régions agricoles marginales à abandonner toute activité productive (GIEC, 2007b).

Selon les prévisions, le rendement des récoltes devrait diminuer, dans certains pays, de quelque 50 % d'ici 2020 ; quant aux revenus agricoles nets, ils pourraient chuter de pas moins de 90 % d'ici 2100, les exploitants en culture pluviale étant les plus frappés par ce phénomène. Inévitablement, cette situation portera atteinte à la sécurité alimentaire.

Le secteur agricole occupe une place prépondérante dans l'économie togolaise (35,1 % du PIB en 2000 et 38 % en moyenne au cours de ces dernières années). Il fait vivre les 2/3 de la population active (DCN-Togo, 2010).

L'agriculture pluviale est la plus pratiquée. Les principales cultures sont des céréales (maïs, sorgho, mil et riz), des légumineuses (arachide et niébé), des tubercules (igname et manioc) et des spéculations à vocation d'exportation (café, cacao et coton). Le maïs est la principale céréale cultivée et constitue l'aliment de base de toute la famille. Le sud du pays abrite les plus grands champs de maïs dont la région des plateaux (Dankou, 2006).

Les producteurs du maïs, exploitants en culture pluviale, de la région des plateaux au sud du Togo resteront-ils épargnés par ce phénomène de changement climatique?

Il paraît primordial de mettre en exergue dans le cadre de notre étude l'analyse des risques climatiques dans la commune de Kpimé, ce qui permettra de connaître les impacts potentiels du climat actuel et futur sur cette communauté rurale.

L'analyse du niveau de vulnérabilité des agriculteurs nous permettra de prioriser les stratégies d'adaptation, en réponse aux impacts des risques climatiques dont la maîtrise permettra de prendre des décisions utiles pour améliorer les performances de production.

Ainsi, à travers notre mémoire intitulé « vulnérabilité et stratégies d'adaptation des agriculteurs dans la région des plateaux au Togo face au changement climatique : cas de la communauté rurale de Kpimé » nous nous proposons d'analyser les conditions de vie de cette communauté face au changement climatique dans l'objectif de contribuer au développement durable de la production agricole et à l'amélioration des revenus des producteurs afin de lutter contre l'insécurité alimentaire.

Pour ce faire, notre travail sera subdivisé en quatre parties :

La première partie fera état de connaissance des divers travaux effectués dans ce domaine et exposera les objectifs global et spécifiques de l'étude.

La deuxième partie retracera le matériel, outils et la méthodologie employés dans notre étude.

La troisième partie sera consacrée à l'analyse de la vulnérabilité à travers l'identification des risques climatiques et de leurs impacts sur l'agriculture. Elle intègrera aussi les discussions des résultats obtenus et fera ressortir des propositions de stratégies d'adaptation qui seront traduites en projets pour la zone d'étude.
La quatrième partie ressortira la conclusion de notre mémoire qui sera articulée autour de propositions et suggestions pour une meilleure exploitation des ressources naturelles à l'intention des agriculteurs, des acteurs de développement rural et des décideurs.

I. Objectifs

1.1 Objectif global

L'objectif global de notre étude est de contribuer à la réduction de la pauvreté par la proposition de la mise en œuvre des stratégies d'adaptation des agriculteurs face au changement climatique.

1.2 Objectifs spécifiques

Comme objectifs spécifiques, il s'agit de :

- Analyser la perception des paysans face au changement climatique tout en identifiant les risques climatiques
- Analyser la variabilité et le changement climatique.
- Analyser les risques climatiques identifiés.
- Evaluer les impacts et le niveau de vulnérabilité des paysans.
- Prioriser les options d'adaptation et faire des propositions des projets prioritaires.

II. Etat des connaissances

Chercheurs et acteurs de terrain sont désormais très majoritairement d'accord pour affirmer que le climat a changé depuis plusieurs dizaines d'années, continue à changer et changera (IPCC, 2007). L'Afrique s'avère notamment être une des régions du monde les plus touchées, et qui risque de l'être davantage dans le futur.

Du fait de la variabilité climatique, beaucoup des zones humides de l'Afrique de l'Ouest sont aujourd'hui en péril (Cohen, 2009) comme en témoigne la réduction significative de leur étendue au cours des dernières années (Madiodio, 2007).

Après plusieurs controverses scientifiques, l'impact du facteur anthropique sur la modification du climat, est passé d'un état de présomption à celui de certitude. Le réchauffement climatique résulterait principalement de la production de gaz à effet de serre (dioxyde de carbone, méthane, monoxyde d'azote, etc.) et par conséquent de l'action de l'homme (Dorman, 2009). Cependant, les connaissances relatives aux dérèglements climatiques et à leurs effets sur les sociétés restent encore parcellaires (Mohamadou *et al.*, 2011).

La communauté scientifique se met au devant de la scène pour se donner les moyens de comprendre ces changements, de les évaluer, de les projeter sur l'avenir. Cela est rendu possible par l'utilisation de modèles climatiques, outils indispensables à cette mission. Au delà des résultats scientifiques à explorer pour rendre compte des changements climatiques, la communauté scientifique s'ouvre à d'autres perspectives (Moreaux, 2007).

« Ce dérèglement est flagrant lorsque l'on considère le niveau local (Rabourdin, 2005). Même si prévoir les climats locaux sur des échelles de temps de plusieurs années relève d'un exercice très délicat et approximatif, de grandes tendances se dégagent».

La question du changement climatique se traduit concrètement par la mise en place de ‘‘dispositifs d'actions'' qui offrent l'occasion d'analyser la conception du développement durable à l'œuvre et constituent ainsi autant d'opportunités d'observation qu'il y a de ‘‘dispositifs d'actions'' mis en œuvre (Jollivet, 2001).

Si la littérature scientifique propose une vision de ce que peuvent avoir été les changements climatiques dans le proche passé, et ce à l'aide de mesures quantitatives, il est également intéressant de connaître les perceptions des acteurs locaux (Philippe *et al.*, 2009).

Les aléas climatiques (sécheresses, inondations, cyclones, élévation du niveau de la mer, températures extrêmes, etc.) ont une incidence considérable sur le développement socioéconomique. La fréquence, l'ampleur et la durée des conditions climatiques néfastes évoluent. Aussi est-il désormais largement admis que les efforts de lutte contre les effets des conditions climatiques défavorables sur le développement humain doivent s'inscrire dans une vision du développement à plus long terme.

Les changements climatiques constituent aujourd'hui, plus que jamais, une question majeure de développement au niveau mondial et principalement en Afrique, l'un des continents les plus touchés par ses effets. Ils engendrent des problèmes dans les domaines de l'agriculture, de l'assainissement, du traitement et de la gestion des eaux, ainsi que d'importants dégâts sur les infrastructures de base et les infrastructures modernes de transport, de communication, de santé et d'éducation, sur les habitations situées près des côtes, et aussi sur les résultats liés à la lutte contre la pauvreté.

Il est annoncé qu'en raison des effets négatifs liés à l'instabilité du climat, l'Afrique subit une perte annuelle de l'ordre de 1% à 2% de son PIB. De plus, l'Afrique de l'Ouest compterait parmi les régions du monde qui enregistrent les évolutions les plus défavorables en matière de précipitations. D'après le Forum Humanitaire Mondial, les changements climatiques entraînent la mort de 300.000 personnes par an, la malnutrition d'environ 45 millions de personnes, avec un coût social estimé à 1.300 milliards de dollars (BOAD, 2009).

A partir des années 1990 et 2000, des conditions pluviométriques bien meilleures se sont installées. Ces conditions favorables sont le plus souvent associées à des pluies parfois intenses et de plus en plus fréquentes occasionnant des inondations et de nombreux dégâts en plusieurs endroits, en particulier dans l'espace UEMOA (Sarr, *et al.*, 2009).

De nombreuses études (Paturel, 1997 ; Servat, 1997 ; Affo-dogo, 2007 ; Chédé, 2007) ont démontré la présence d'une rupture dans la série de données de pluie en Afrique de l'Ouest et Centrale, s'accordant à situer cette rupture entre 1968 et 1972 avec 1970 comme année charnière (Niasse *et al.*, 2004).

Le nombre d'évènements pluvieux est également en baisse sans que les origines de ce phénomène soient clairement établies. Le décalage des saisons devient de plus en plus un phénomène récurrent ; maintenant, au Togo, la saison des pluies intervient plus souvent début mai que début mars comme auparavant (Robison et Ruth, 2010).

Les dates (démarrage et fin) et les longueurs variables des saisons humides sont des conséquences des risques climatiques. De tous les paramètres climatiques, celui qui présente la plus grande irrégularité est la pluie. Dans l'impossibilité de prévoir une date optimale de semis entraîne de mauvaises espérances de production, on est condamné à pratiquer des semis successifs sans garantie de réussite; ce qui n'encourage pas les producteurs (Morel, 2004).

Au cours de l'année 2009, l'Afrique de l'Ouest et particulièrement les pays membres de la BOAD, ont subi de graves inondations, phénomènes dus aux changements climatiques dans la sous région. En effet, les pluies torrentielles ont rasé plusieurs villages, des milliers d'habitations dans les villes et endommagé des infrastructures (ponts, routes, hôpitaux, écoles) au Burkina Faso, au Bénin, au Niger, au Sénégal et au Togo notamment. Le bilan de ces inondations fait état d'au moins 160 morts, près de 600 000 sans abris et des milliers de déplacés (BOAD, 2009).

Le Programme des Nations Unies pour le Développement (PNUD), par son initiative de gestion des risques climatiques, aide de nombreux pays à gérer les risques liés à la variabilité et au changement du climat. L'identification et la réduction de ces risques peuvent contribuer à protéger les populations, les moyens d'existence et les biens matériels et, ainsi, favoriser la réalisation d'objectifs de développement (PNUD, 2010).

L'évaluation des risques climatiques, des vulnérabilités et de l'exposition est essentielle pour l'efficacité et la viabilité à long terme de la gestion des risques.

Comme faits chiffrés marqués au cours de la dernière décennie, 3 852 catastrophes enregistrées (plus de 780 000 personnes tuées et plus de 2 milliards d'autres touchées, pour un coût d'environ 960 milliards USD ; 22 % de pertes humaines dues aux tempêtes et 11 % de pertes humaines dues aux températures extrêmes) (PNUD, 2010).

Ce ne sont pas les moyennes climatiques qui nous intéressent pour évaluer les impacts, ce sont les extrêmes climatiques qu'il faut considérer. La rapidité du changement climatique est importante, (Alusa, 2004).

Le changement climatique expose les systèmes humains et naturels à de nombreux risques qu'il faut réduire. Ce sont les extrêmes climatiques qui entraînent les impacts négatifs.

Ainsi, les effets de la variabilité et du changement climatique (sécheresse/inondations) impactent plutôt négativement la productivité et la production agricole, la disponibilité alimentaire au niveau des ménages agricoles et des marchés, ainsi que les prix des produits agricoles (BOAD, 2009).

Les impacts du changement climatique sur l'agriculture principalement de subsistance axée vers la production céréalière sont la variabilité de la longueur de la saison culturale et l'occurrence de longues séquences sèches en saison d'hivernage pouvant occasionner des pertes de semis (CILSS, 2007).

Si le contexte de sécheresse s'installait durablement, l'agriculture, particulièrement exposée, devrait connaître de graves troubles (Dixon, 2009), notamment une baisse globale du rendement des cultures (maïs, mil/millet précoce et tardif, sorgho, riz, niébé, etc.…). Les risques de famine s'en trouveraient multipliés (RESCAN, 2005).

La variabilité des champs pluvieux agrégés à une échelle annuelle reste très forte. En effet, (Lebel *et al.*, 1997) ont observé une différence de plus de 50 % du cumul saisonnier de deux stations pourtant distantes de moins de 10 km.

Les séquences sèches, définies comme un certain nombre de jours sans pluies au cœur de la saison, ont un effet négatif déterminant sur le rendement. Cet effet est particulièrement dommageable lorsque la séquence sèche survient durant la phase reproductive et surtout durant la phase de remplissage. Si elle a lieu durant la phase de développement végétatif, elle n'aurait qu'une faible incidence (Sultan *et al.*, 2005).

La productivité primaire nette des principales cultures connaîtra alors une tendance à la baisse et ponctuée de fluctuation interannuelle, selon les scénarios climatiques prévus aux horizons 2025, 2050 et 2100 (Deuxième communication nationale-Togo, 2010).

Dans les pays de la zone ‘‘Union Economique et Monétaire Ouest Africaine’’ (UEMOA), l'agriculture est fortement tributaire des conditions pluviométriques, la production agricole étant réalisée à près de 96% en culture pluviale. Au moment où les pluies s'établissent définitivement, on cultive généralement les cultures hydromorphes. À la fin de la saison des pluies, des jardins sont aménagés et permettent la production de légumes. Le maraîchage utilise également l'eau des puits. Dans certaines régions, l'une des contraintes majeures pour l'agriculture est la dégradation des ressources en terres (FAO, 2005).

L'érosion hydrique est un phénomène qui conduit à la dégradation des terres et ceci par la perte des surfaces arables indispensables pour le développement des plantes (Cohen, 2009).

Cette dépendance de l'agriculture vis-à-vis des aléas climatiques reste l'un des principaux facteurs de vulnérabilité des ménages ruraux et un frein considérable aux logiques d'intensification, les agriculteurs privilégiant, en effet, des stratégies de minimisation des risques.

Certains comportements sont dès lors prévisibles, comme le changement de production pour se tourner vers des cultures plus rentables ou avec une capacité d'adaptation aux conditions difficiles, comme l'arachide, qui s'accommode de la dégradation des sols et de la baisse de la pluviométrie.

Les remontées de la nappe pourraient provoquer par ailleurs une salinisation plus importante des sols, des eaux de surface et souterraines. Là encore, la culture d'espèces céréalières tolérantes aux conditions difficiles est un scénario probable (RESCAN, 2005).

La production agricole est affectée par le changement climatique au Togo surtout au sud où la petite saison des pluies tend à disparaître ; les précipitations sont irrégulières et il en résulte un retard dans l'avènement de la grande saison des pluies (qui survient, habituellement, au mois de mars). De nombreux agriculteurs qui sèment le maïs à la fin du mois de mars ou au début du mois d'avril, en raison de l'irrégularité des précipitations ces cultures ne se développent pas, et sont obligés de semer une seconde fois au mois de mai ou de juin. Ce qui perturbe les paysans dans leurs activités sans aucune garantie de bons résultats en fin de campagne (FIDA, 2010).

Le maïs occupe une importante place dans les systèmes de production, sur les plans tant agronomique que social et économique. Toutefois, pour que le maïs puisse véritablement réussir, il y a des contraintes à lever, parmi lesquelles : l'absence de circuit de commercialisation organisé, la non-disponibilité de crédit pour l'achat des intrants indispensables à la culture du maïs, l'intégration du maïs aux systèmes de culture dans les régions non traditionnellement productrices. Pour relever le défi, l'Etat se doit de définir une politique claire en matière de promotion de la culture du maïs.

Face aux impacts négatifs sur les systèmes humains naturels, certaines stratégies d'adaptation expérimentées dans certains pays ont été suggérées, il consiste à l'allègement des règles de la migration aux frontières pour les populations liées ou non au changement climatique, à l'appui sur la gestion durable de l'environnement liée à l'utilisation de l'eau, à la mise en place de système d'alerte et pluie provoquée.

L'introduction de nouvelles cultures, augmentation de l'irrigation et les changements de pratiques culturales sont autant de mesures d'adaptation envisagées pour faire face au changement climatique (Hopkins *et al.*, 2007).

Au Togo, les indicateurs d'exposition montrent que les modes d'existence les plus vulnérables sont les agriculteurs (66,7%), suivent les pêcheurs (57,1%), les éleveurs (38,1%) et les artisans (33,3%). Les personnes âgées, les femmes et les enfants sont sans doute les plus vulnérables (PANA-Togo, 2007).

Selon Montfraix (2011), Une perte économique équivalente à 4% du PIB liée à la destruction de nombreuses zones agricoles, d'infrastructures et de bâtiments en 2008 est due à la mauvaise saison cyclonique à Madagascar ; ce qui est du fait du changement climatique conduisant aux catastrophes, facteurs qui causent la vulnérabilité économique.

Les paysans malgaches ont développé diverses pratiques pour s'adapter aux changements climatiques telles que l'utilisation de variétés à cycle court pour la culture irriguée du riz, les nouveaux types d'association entre cultures arbustives et cultures vivrières, le repiquage du riz de bas-fond de façon inclinée dans le sens de l'écoulement des eaux, le semi échelonné ou décalé pour le riz pluvial sur brulis (Rabeharisoa, *et al.*, 2010).

L'amélioration des techniques culturales, l'introduction de nouvelles variétés céréalières résistantes à la sécheresse et à haut rendement, promotion de techniques d'irrigation économiques en eau en zone oasienne (goutte à goutte) sont autant d'options prioritaires définies pour l'adaptation au changement climatique et déclinées en fiches de projets en Mauritanie dans le secteur de l'agriculture (PANA-Mauritanie, 2004).

Comme principales pratiques d'adaptation développées au Togo pour réduire la vulnérabilité aux effets néfastes du changement climatique, le développement des cultures en terrasse, le billonnage ouvert et/ou cloisonné, le buttage, la colonisation des bas-fonds autrefois réservés pour l'exploitation aux

femmes et aux enfants pour les cultures de contre saison, l'utilisation de paquets technologiques de jachères vertes (culture de moukna) et le changement d'habitudes alimentaires ont été développées (PANA-Togo, 2007).

Dans la perspective d'une bonne production agricole, les paysans devront dans l'avenir accorder une grande attention aux dates de plantation. Seules les espèces de plantes connues pour leur bon rendement dans des conditions de sévères périodes de sécheresse expérimentées au Togo devraient être plantées. Des recherches doivent se poursuivre pour identifier des variétés résistantes à la sécheresse (Communication Nationale Initiale du Togo, 2001).

Des poches de pluies inhabituelles en saison sèche qui ont des effets positifs sur la croissance des bananiers-plantains, du manioc et des taros au Cameroun, en République Démocratique du Congo et en République Centrafricaine, l'intensification des cultures et l'assèchement des marécages sont au profit de l'adaptation pour systématiser la culture du maïs de contre-saison face au degré d'incertitude qui entoure les prévisions sur le changement climatique afin de réduire leur vulnérabilité (Bele *et al.*, 2010).

Les forêts constituent d'importantes ressources pour les populations rurales. La gestion durable des écosystèmes forestiers permet d'augmenter la capacité d'adaptation des systèmes écologiques et sociaux, tout en améliorant la sécurité alimentaire, l'approvisionnement en eau et l'organisation sociale (Carmenza et Jean-Laurent, 2004).

Il est reconnu et accepté par les experts que l'Afrique est le continent le plus vulnérable aux changements climatiques.

Les changements climatiques sont certes un phénomène mondial, mais ses effets néfastes sont plus durement ressentis par les populations et les pays pauvres. Ils sont tous particulièrement vulnérables en raison de leur forte dépendance à l'égard des ressources naturelles ainsi que de leur capacité limitée à faire face à la variabilité climatique et aux phénomènes météorologiques extrêmes.

L'expérience indique que le meilleur moyen de combattre l'impact du changement climatique sur les conditions de vie des populations pauvres consiste à intégrer les mesures d'adaptation dans la planification du développement.

C'est essentiel pour atteindre les objectifs du millénaire pour le développement, et notamment l'objectif premier qui est de réduire de moitié l'extrême pauvreté d'ici 2015 et de poursuivre, au-delà, l'éradication de la pauvreté (Poul *et al.*, 2004).

On est fondé à considérer avec scepticisme les contributions que certains des chercheurs économistes, les plus en vue, ont apporté depuis vingt ans à la définition des stratégies d'action pour le climat (Godard, 2007).

Consciente des difficultés de l'analyse coûts-avantages pour aborder les enjeux climatiques à long terme, cette définition s'était tournée vers une approche séquentielle des stratégies d'action (Hammitt *et al.*, 1992 ; Hourcade, 1997 ; Ha-Duong *et al.*, 1997).

Les changements climatiques représentent un risque sérieux pour la réduction de la pauvreté en menaçant de balayer plusieurs décennies d'efforts de développement. Comme le souligne la déclaration de Johannesburg sur le développement durable, "les effets préjudiciables des changements climatiques sont déjà évidents, les catastrophes naturelles sont de plus en plus fréquentes et dévastatrices, les pays en développement de plus en plus vulnérables".

La pauvreté ne permet pas d'élaborer et de mettre en œuvre des stratégies qui nécessitent beaucoup d'investissements. La quasi- totalité des Etats africains ne peuvent pas assurer ces investissements. Les économies africaines sont sensibles au climat ; l'agriculture, pilier de l'économie est fortement tributaire de ce climat.

Le niveau d'instruction est très bas et très peu favorable aux innovations techniques ; ce qui explique l'acceptation de la fatalité (beaucoup s'en remettent à Dieu).On observe une forte variabilité des climats en Afrique (Lawson-body, 2002). Les ressources naturelles sont surexploitées avec des infrastructures faibles.

On assiste à l'abandon ou à l'érosion des pratiques et organisations endogènes et à la mise en pratique de l'individualisme.

L'agriculture largement pluviale est pratiquée à l'aide des techniques de production inadéquates par manque crucial de moyens.

Pour le développement des systèmes de production adaptés au changement climatique, il est envisagé, au Bénin, l'intensification de la vulgarisation et de la recherche de variétés améliorées de culture, l'actualisation du calendrier agricole par zone de production, la facilitation de l'accès aux intrants agricoles adéquats, la mise au point et la vulgarisation des itinéraires techniques adaptés aux nouvelles contraintes climatiques (Deuxième Communication Nationale du Bénin, 2011).

La politique et les techniques de gestion et d'utilisation de ressources en eau sont inappropriées (irrigation et collecte de l'eau pluviale) ; on assiste à une déforestation et dégradation du couvert végétal ayant pour corollaires l'ensablement et l'envasement des cours d'eau. Les modes d'utilisation et d'affectation des terres sont peu efficaces (Bertrand et Rocher, 2007), La pression qui s'exercera sur les forêts suite à la croissance démographique entraînera leur surexploitation et la déforestation qui s'en suivra, agira à son tour sur le climat qui deviendra de plus en plus sec (PANA-Togo, 2007).

III. Matériel et Méthodes

3.1 Matériel

3.1.1 Zone d'étude

Notre étude s'est particulièrement intéressée au site de KPIME (figure 1) au Togo dans la région des plateaux. Elle s'inscrit dans le contexte des priorités nationales de restauration des flancs de montagne dans le cadre stratégique d'investissement pour la gestion durable des terres au Togo. Cette région est choisie comme site potentiel de restauration des terres dégradées en réponse au Programme Régional de Gestion Durable des Terres et d'adaptation aux changements climatiques au sahel et en Afrique de l'Ouest (PRGDT) effectué par le CILSS en appui du Fonds Français pour l'Environnement Mondial (FFEM).

Le site de Kpimé abrite une communauté rurale constituée de quatre principaux villages (Kpimé Tomégbé, Kpimé Hloma, Kpimé Woumé et Kpimé Séva) et est administrativement dans le canton de Kpimé (figure 2), dans la préfecture de Kloto (région des plateaux) au Togo.

La zone est dominée par un climat tropical guinéen caractérisé par deux saisons de pluie (Grande saison, Avril-Juin et Petite saison, Septembre-Octobre) et deux saisons sèches (Grande saison sèche, Novembre-Mars et Petite saison sèche, Juillet-Août).

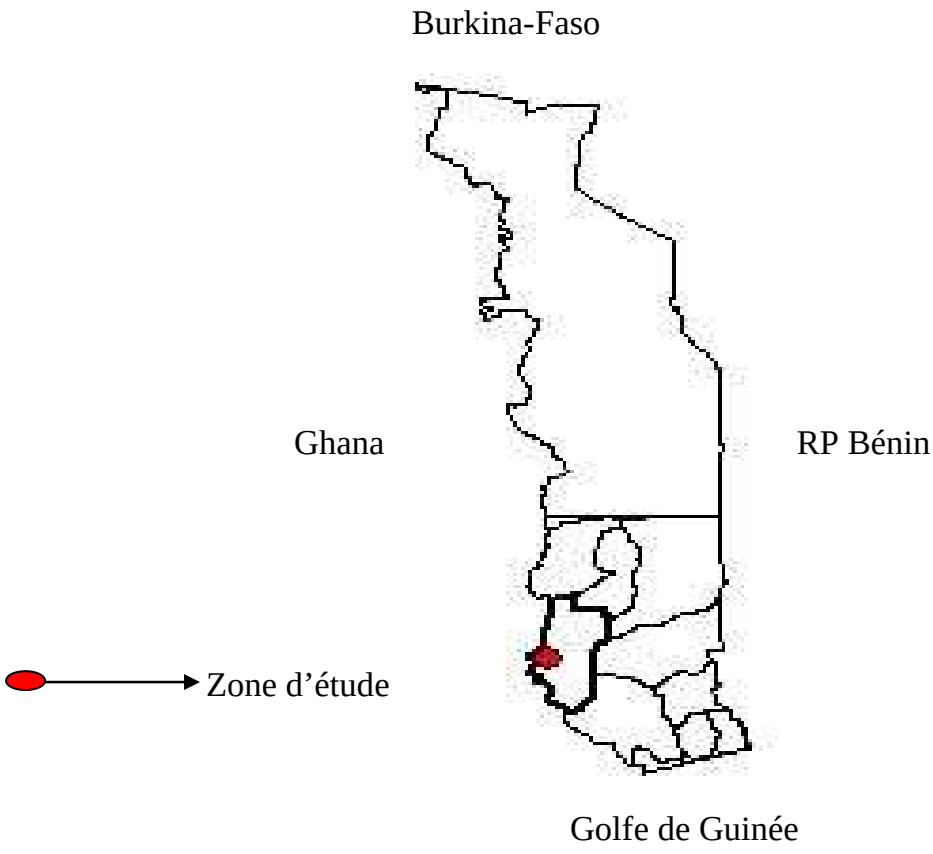
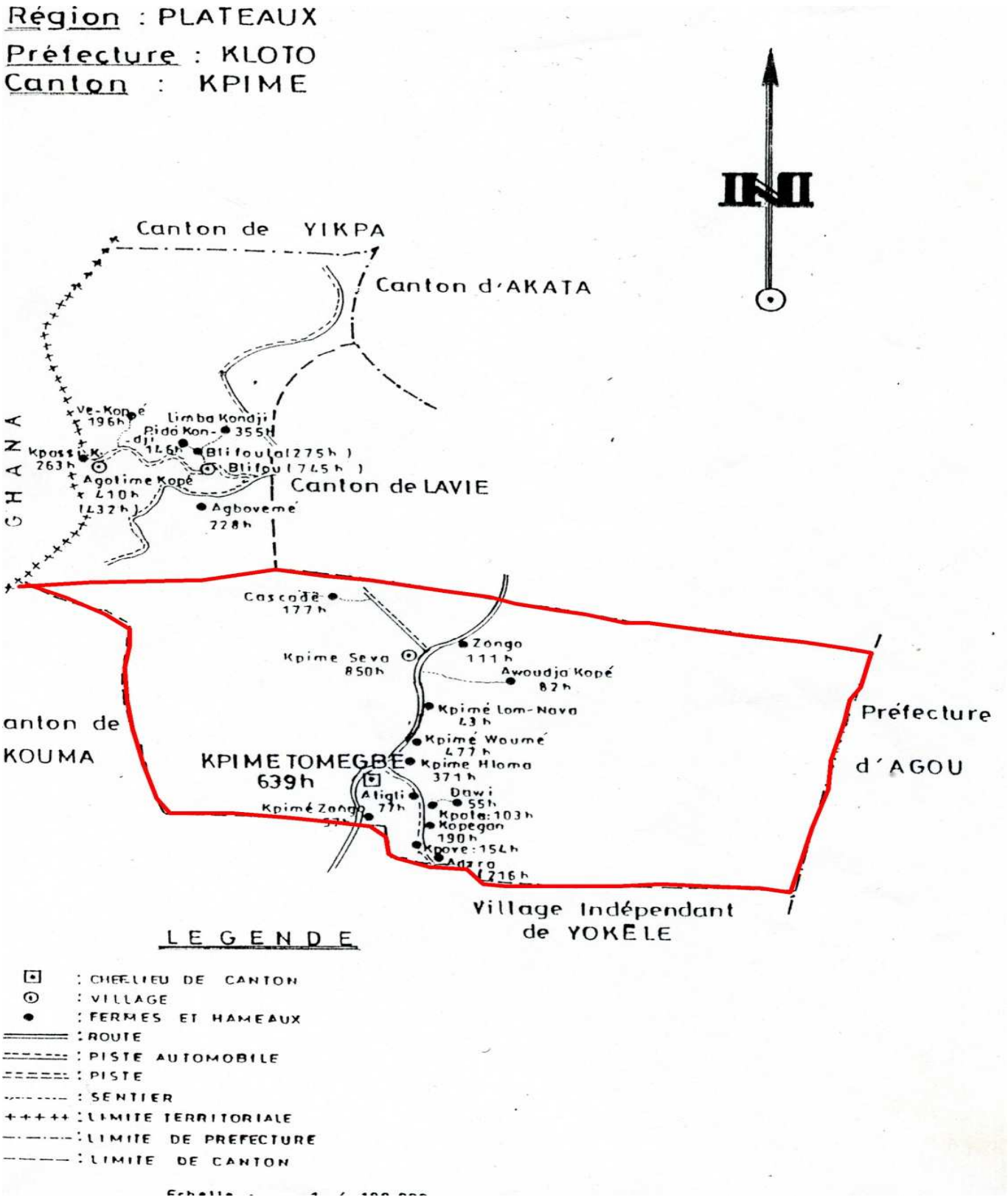


Figure 1**: Localisation de la zone d'étude**



Zone d'étude détaillée

Figure 2 **: Zone d'étude détaillée**

3.1.2 Données météorologiques

Les données journalières des températures (maximale et minimale) et de pluviométrie de la station synoptique d'Atakpamé ont été analysées pour mettre en évidence les risques climatiques majeurs et les paramètres caractéristiques des saisons de pluie; elles sont obtenues du réseau de la météorologie nationale.

L'analyse a concerné également sur les données journalières de pluviométrie des postes pluviométriques de Kouma-Konda et de Kpalimé-Tové.

Ces données couvrent la période de 1950 à 2011 pour la pluviométrie et de 1961 à 2011 pour les températures.

3.1.3 Données agronomiques

Les sols dominants dans la zone d'étude sont les sols ferrugineux tropicaux ayant une réserve utile de 60 mm par mètre.

Les caractéristiques pédologiques des différentes stations de l'analyse agro climatique sont résumées dans le tableau I.

Elles sont utilisées dans l'analyse des paramètres clés (début, fin et longueur) de saison de pluie.

Tableau I : **Type de sol et Réserve Utile (RU) correspondante**

Type de sol	**Station**	**Longitude (degrés décimaux)**	**Latitude (degrés décimaux)**	**RU (mm/m)**
Ferralitiques	KOUMA-KONDA	0,57	6,95	70
	KPALIME-TOVE	0,65	6,88	70
Ferrugineux tropicaux	ATAKPAME*	1,12	7,58	60

* Stations synoptiques

3.1.4 Données d'enquête

Nous avons considéré les résultats d'enquête effectuée sur le site de Kpimé composé de quatre (04) principaux villages et concernant un échantillon de 260 individus à raison de 65 individus par village en moyenne et de plus de 35 ans pour une population totale estimée à 3000habitants toute tranche d'âge comprise.

3.2 Méthodes

3.2.1 Méthode d'analyse de la perception paysanne : Conduite d'enquêtes

Les enquêtes de terrain (figure 3) ont été menées pour permettre d'analyser la perception des paysans du changement climatique, d'identifier les impacts et stratégies d'adaptation de ces paysans face au changement climatique et d'acquérir leurs impressions des risques climatiques futurs suivant différents scénarii de projection.
Les personnes ressources détentrices d'informations pertinentes sont pris isolément (personnes ayant au moins 35 ans d'âge).
Un protocole de questionnaire inscrit dans les fiches d'enquête est conçu à cet effet pour faciliter les entretiens (Annexe 1).
Les informations et données recueillies, à l'issue des échanges avec les populations, devraient aider à analyser la vulnérabilité et les stratégies d'adaptation de ces agriculteurs (Agbossou, 2002).

Figure 3 : Séance d'enquête sur la perception des paysans

3.2.2 Méthode d'analyse de la variabilité et changement climatique

L'étude de la variabilité et de changement climatiques a été abordée par le calcul de l'indice de Lamb nous a permis de dégager les grandes tendances dans les séries chronologiques (Dao *et al.*, 2010). Il est calculé par la méthode des moyennes mobiles pondérées ou filtre passe-bas de Hanning d'ordre 2.
On a procédé d'abord par le filtrage des données pour éliminer les variations saisonnières au moyen des équations recommandées par ASSAI (Annexe 2).

Pour mieux observer les périodes de déficit et d'excédent à l'échelle interannuelle, les moyennes mobiles calculées ont été centrées et réduites à partir de la formule standardisée $V_{cr} = \frac{x_i - \bar{x}}{\sigma}$, définie comme variable centrée réduite et qui est le rapport des écarts à la moyenne sur l'écart type.

Méthode d'analyse des ruptures

Nous avons déterminé les années de rupture pour les paramètres climatiques (pluviométrie et températures) et agro climatiques (début et longueur de saison) à l'aide des tests statistiques.

Les tests de rupture ont permis d'identifier les années charnières du changement climatique. Ils viennent en appoint aux calculs des indices climatiques. L'existence de modifications brutales dans les séries climatiques est une cause possible de l'hétérogénéité des séries (Kouakou *et al.*, 2007). Ces tests de rupture sont basés sur la méthode bayésienne de Lee et Heghinian, de Pettitt et de la segmentation d'Hubert. Leur application est effectuée à l'aide du logiciel KhronoStat 1.01 développé par l'Institut français de Recherche pour le Développement (IRD). Les tests de Lee et Heghinian et de Pettitt détectent une rupture au maximum tandis que la segmentation d'Hubert permet d'en détecter plusieurs ruptures si elles existent dans une série chronologique de données.

Pour vérifier la pertinence de la tendance observée dans l'évolution d'une série chronologique, deux tests sont utilisés :

3.2.2.1 Test de comparaison des moyennes de Student

L'application du test paramétrique t de Student qui est la comparaison des moyennes des deux sous séries obtenues de part et d'autre du point de rupture (Arlery *et al.*, 1973) ; ce test permet de dire si les ruptures liées aux variations du climat éventuellement déterminées sont significatives ou pas.

La statistique utilisée dans ce test est :

$$t = \frac{\overline{X_1} - \overline{X_2}}{\sqrt{\left(S^2\left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right)\right)}}$$

Où $\overline{X_1}$ et $\overline{X_2}$ sont les moyennes des deux sous séries d'effectifs respectifs n_1 et n_2 et S^2 désigne la variance pondérée du groupe entier des deux échantillons soit :

$$S^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n_1}\left(X_{1.i} - \overline{X_1}\right)^2 + \sum_{i=1}^{n_2}\left(X_{2.i} - \overline{X_2}\right)^2}{n_1 + n_2 - 2}$$

La statistique t obtenue (valeur observée) est comparée à la valeur lue (t') sur la table de Student en fonction du nombre de degré de liberté v, tel que $v = n_1 + n_2 - 2$ au seuil de confiance α. Si la valeur

absolue de t est supérieure à t', on conclura que la différence des moyennes est statistiquement significative au seuil de α= 5% (t' = 1.96) ou très significative au seuil de α= 1% (t' = 2.57).

3.2.2.2 Test de tendance de Mann Kendall

Le test de Mann Kendall, de type non paramétrique ; il permet de mesurer le degré de significativité de la tendance observée dans la série (Lawin *et al.*, 2011). Pour sa mise en œuvre, on calcule pour chaque terme X_i de la série de n termes, le nombre M_i de termes précédents qui lui sont inférieurs. La statistique d_n donnée par l'équation (1) est la somme des nombres ainsi calculés.

$$d_n = \sum_1^n M_i \qquad (1)$$

Pour un nombre n d'années d'observations assez grand, d_m suit une distribution normale (hypothèse nulle d'absence de tendance) avec une valeur espérée de la moyenne donnée par l'équation (2) et une variance donnée par l'équation (3).

$$E(d_n) = n(n-1)/4 \qquad (2)$$

$$Var(d_n)=n(n-1)(2n+5)/72 \qquad (3)$$

La valeur dm sera comparée à $E(d_n)$ par la statistique :

$$U(d_n) = (d_n - E(d_n))/(Var(d_n))^{\wedge} ½$$

l'hypothèse nulle est rejetée au seuil de α = 5%, si $|U(d_n)|$ dépasse la valeur critique 1,96. Si tel est le cas, cela veut dire qu'il y a une augmentation significative pour $U(d_n) > 0$ ou une diminution significative pour $U(d_n) < 0$ dans la série des données.

Cette tendance est hautement significative si $|U(d_n)|$ dépasse la valeur critique 2,57 au seuil de α = 1%.

Selon la perception des paysans, les différents risques climatiques sont la sécheresse, la hausse des températures, le début tardif des pluies et le raccourcissement des saisons des pluies. Tous ces risques ont été analysés.

3.2.3 Méthode d'analyse des risques climatiques

3.2.3.1 Méthode d'analyse de la sécheresse

La sécheresse a été analysée par la variabilité des séquences sèches les plus longues pendant les mois les plus pluvieux qui sont mai juin juillet pour la grande saison et septembre octobre pour la petite saison (Affo-dogo, 2007). L'analyse des séquences sèches mois par mois suivant la série chronologique 1950-2011 a fait ressortir la tendance des poches de sécheresse survenues pendant les mois les plus pluvieux de la saison. Les tests de tendance et de la significativité des ruptures sont analysés.

Les séquences sèches les plus longues sont générées des données pluviométriques de la série 1950-2011 des stations retenues pour notre étude à l'aide du logiciel Instat+. Une séquence sèche est le nombre de jours consécutifs sans pluie supérieure au seuil de 1 mm.

3.2.3.2 Méthode d'analyse des températures extrêmes

L'analyse des températures extrêmes a permis de caractériser la hausse des températures. L'étude a porté sur la moyenne annuelle des températures maximales et la moyenne annuelle des températures minimales. Les différents tests cités plus haut sont appliqués. La sortie des indices issus du logiciel Rclimdex a permis d'analyser les tendances observées.

3.2.3.3 Méthode d'analyse du démarrage de la saison des pluies

Les paramètres caractéristiques de la saison (date de démarrage, date de fin, longueur et les séquences sèches) ont été générés dans Instat+ suivant les critères bien définis (Affo-dogo, 2007) suivants :

- ❖ Date de début de la saison des pluies
  - Grande saison des pluies : à partir du 15 mars, 20 mm de pluie cumulée en un ou deux jours successifs,
  - Petite saison des pluies : à partir du 15 août, 10 mm de pluie cumulée en un ou deux jours successifs,
- ❖ Date de fin de la saison des pluies
  - Grande saison des pluies : à partir du 1er juillet, lorsque la réserve utile du sol reste inférieure ou égale à 0.05 mm ou au plus tard la veille du démarrage de la petite saison des pluies, lorsque la réserve utile du sol ne s'annule pas avant cette date.
  - Petite saison des pluies : à partir du 1er novembre lorsque la réserve utile du sol reste inférieure ou égale à 0.05 mm.

L'application des différents tests précités aux dates de début de saison des pluies a permis de mettre en évidence le démarrage tardif.

3.2.3.4 Méthode d'analyse de la longueur des saisons

La différence entre la date de fin et la date du début nous a permis de déterminer la longueur de la saison.

L'étude du raccourcissement des saisons est faite par l'analyse des longueurs de saison. Aussi cette étude a passé par les différents tests statistiques décrits précédemment.

3.2.4 Méthode d'évaluation des impacts et le niveau de vulnérabilité des paysans

L'étude de la vulnérabilité a été conduite à l'aide de l'approche des matrices des risques, une méthode d'analyse de la banque mondiale; cette étude a passé par l'analyse de la matrice d'impacts, l'analyse de la matrice d'adaptation et la priorisation des options d'adaptation.

3.2.4.1 Méthode d'analyse de la matrice d'impacts

La matrice des impacts (tableau II) prend en compte les risques climatiques identifiés (première colonne) et les variables impactées qui sont les cultures, la végétation, la ressource en eau et le sol.

Les enquêtes et la documentation existante nous ont permis l'identification des impacts potentiels des risques climatiques sur les variables.

Tableau II : Typologie de la matrice d'impacts

Risques climatiques (R)	**Variables**			
	Cultures	**Végétation**	**Ressources en eau**	**Sol**
R_1				
R_2				
R_3				
R_4				

Le risque est caractérisé par une probabilité d'occurrence qui le définit par un fond de couleur.

Les termes utilisés pour définir la probabilité d'occurrence d'un résultat lorsque celui-ci peut être évalué de manière probabiliste sont résumés dans le tableau III ci-dessous (GIEC, 2007).

Tableau III : Terminologie des probabilités d'occurrence des risques

Terminologie de probabilité	**Probabilité de l'occurrence**
Extrêmement probable	>95 %
Très probable	>90 %
Probable	>66%
Peu probable	>50%

Rapport du GIEC, 2007

Des fonds de couleur (tableau IV) sont affectés aux différentes probabilités d'occurrence qui caractérisent les risques.

Tableau IV : Couleurs associées aux probabilités d'occurrence

Probabilité de l'occurrence	**couleur**
Extrêmement probable	
Très probable	
Probable	
Peu probable	

La valeur du risque (ou degré d'impact) est obtenue en croisant le niveau ou degré de sévérité de la conséquence (mineur, modéré, majeur ou sévère) à la probabilité d'occurrence du risque. Cette valeur du risque peut être faible, modéré, élevé ou extrême (tableau V).

Tableau V : Différentes valeurs du risque

probabilité d'occurrence du risque	Conséquence			
	Niveau (degré) de sévérité			
	Mineur	**modéré**	**majeur**	**Sévère**
Peu probable	faible	faible	faible	faible
Probable	Valeur du risque	Modéré	modéré	élevé
Très probable	faible	modéré	Elevé	élevé
Extrêmement probable	faible	modéré	élevé	Extrême

Des fonds de couleur sont affectés aux différents degrés d'impact qu'ils soient faible, modéré, élevé ou extrême comme l'indique le tableau V.

Les probabilités d'occurrence des différents risques identifiés pour la zone d'étude ont été tirées du rapport du groupe I de GIEC.

Le niveau de conséquence des facteurs sur les variables est déterminé selon le jugement des enquêtes et la documentation.

La matrice des impacts est alors établie en croisant les probabilités d'occurrence des risques et les différents niveaux de conséquence de ces risques sur les variables tout en suivant la matrice des valeurs de risque.

3.2.4.2 Méthode d'analyse de la matrice d'adaptation

La matrice d'adaptation se fait d'abord par l'identification des options d'adaptation (tableau VI).

Tableau VI : Identification des options d'adaptation

Risques climatiques (R)	**Variables**			
	Cultures	**Végétation**	**Ressources en eau**	**Sol**
R_1				
R_2				
R_3				
R_4				

Les options d'adaptation sont identifiées suivant les enquêtes et la documentation et sont appréciées selon qu'elles soient faibles, moyennes ou élevées.

On détermine la capacité d'adaptation de la communauté des agriculteurs.

- ***Méthode d'évaluation de la capacité d'adaptation***

La capacité d'adaptation de la communauté est déterminée et représentée à l'aide du diagramme de vulnérabilité socio-économique (figure 3) des modes d'existence de la communauté rurale.

Les indicateurs des modes d'existence sont constitués de :

Capital humain : Accès aux soins de santé, disponibilité d'écoles et disponibilité de soins traditionnels.

Capital social : Aide des groupements, entraide, aide des ONGs, exode rural et aide familiale.

Capital naturel : Disponibilité des ressources en eau, disponibilité des ressources naturelles, degrés de dégradation des terres.

Capital physique comprend : disponibilité de terre agricole, disponibilité d'eau potable, disponibilité des infrastructures routières et sanitaires, accessibilité aux intrants et matériels agricoles et accessibilité aux variétés améliorées.

Capital financier : Revenu des travaux agricoles, revenus d'autres activités, Diaspora et prix des produits.

Les sous indicateurs sont notés selon qu'ils soient limités, disponibles ou très disponibles (tableau VII).

L'indicateur se voit affecté la moyenne des sous indicateurs qui le composent.

La moyenne des cotes des différents indicateurs constitue la capacité d'adaptation de ces paysans agriculteurs.

Cette capacité d'adaptation sera faible, moyenne ou élevée que si la moyenne est inférieure à 2, comprise entre 2 et 3 ou comprise entre 3 et 4 (Figure 4).

Tableau VII : Barème de notation des indicateurs socio-économiques

Disponibilité Sous indicateur	**Très disponible**	**disponible**	**Limité**
Cote	3	2	1

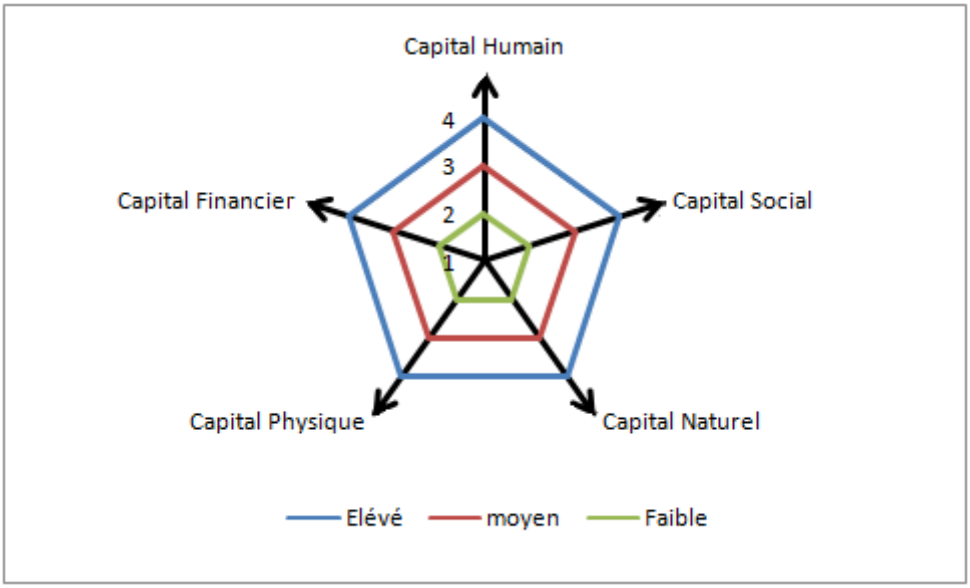


Figure 4 : **Diagramme de Vulnérabilité socio-économique des modes d'existence**

- ***Méthode d'analyse de la matrice de vulnérabilité***

Cette capacité d'adaptation déterminée, croisée avec les degrés d'impacts identifiés nous a permis d'établir la matrice de vulnérabilité.

Des fonds de couleurs sont affectés aux différents degrés de vulnérabilité qu'ils soient faible, modéré, ou élevé (tableau VIII).

Tableau VIII : Matrice de vulnérabilité (identification des degrés de vulnérabilité)

Impacts potentiels (degré d'impact)	Capacité d'adaptation		
	Faible	**Moyen**	**Elevé**
Extrême	élevé	élevé	modéré
Elevé	élevé	élevé	modéré
Modéré	modéré	modéré	faible
Faible	faible	faible	faible

La matrice d'adaptation est établie en croisant la capacité d'adaptation définie aux valeurs de risque inscrites dans les cellules de la matrice des impacts.

3.2.5 Méthode de priorisation des options d'adaptation et proposition de projets prioritaires

La priorisation des options d'adaptation nous a conduits à la hiérarchisation des options d'adaptation (tableau IX).

La méthode consiste à évaluer le coût, l'efficacité, la rapidité, la capacité et la facilité de mise en œuvre des options d'adaptation selon des critères de faisabilité. Pour les coûts, la notation est en ordre inversé ; selon qu'il soit faible, moyen et élevé.

Tableau IX : Matrice de priorisation des options d'adaptation

Option d'adaptation	Coût	Facilité de mise en œuvre	Efficacité	Rapidité	Capacité	Total	Rang

A ces critères de faisabilité, nous avons attribué une échelle à trois niveaux comme l'indique le tableau X suivant :

Tableau X : Barème d'évaluation des options d'adaptation

Faible	Moyen	Elevé
1	2	3

Les options d'adaptation sont ainsi notées et rangées. Le rang d'une option est fonction du total des points obtenus après la notation.

Les deux premières options d'adaptation sont déclinées en fiches de projets prioritaires.

3.3 Outils

- Les questionnaires issus des enquêtes sont dépouillés et analysés à l'aide du logiciel **SPSS** (**S**tatistical **P**ackage for **S**ocial **S**ciences) version 13.0.

- Les données sont organisées par le logiciel **INSTAT^{+}3.36** qui nous a permis de déterminer les paramètres agro climatiques de la saison culturale (début, fin et longueur de la saison). Il a permis le calcul et l'analyse des indices climatiques.

- Le logiciel **Rclimdex**, a servi pour le calcul et l'analyse des indices climatiques.

- **Excel** nous a permis d'analyser les différents tests statistiques et de déterminer les tendances sur la pluviométrie et les températures extrêmes.

- **KhronoStat 1.01** développé par l'Institut français de Recherche pour le Développement (IRD) nous a permis la détection des ruptures dans une série chronologique de données.

IV. Résultats

4-1 Analyse de la perception paysanne de la variabilité et du changement climatique

Les enquêtes de terrain ont porté sur 168 Hommes (64,6%) et 92 femmes (35,4%) représentés par la figure 5.

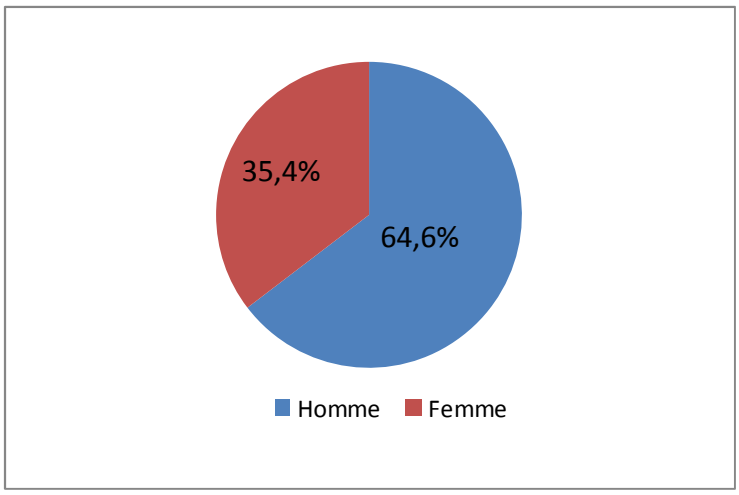


Figure5: **Identification des individus enquêtés**

Les agriculteurs de Kpimé ont porté une attention particulière à nos questions sur la variabilité et le changement climatique lors de nos séances d'enquête.

Dans la zone, on distinguait dans le passé deux saisons de pluie voire trois mais actuellement ce n'est pas le cas. Le caractère bimodal de la pluviométrie devient aléatoire. Les paysans, à 91%, témoignent que les saisons des pluies sont devenues de plus en plus courtes, avec un démarrage très variable. Ils estiment également (à 87%) que ces saisons sont maintenant de moins en moins pluvieuses. Les paysans, à 98%, expliquent que les saisons sèches sont actuellement de plus en plus longues (tableau XI).

Presque tous les paysans (à 99%) se plaignent des séquences sèches de plus en plus longues qui surviennent pendant la saison des pluies. Les paysans (à 98%) affirment que les températures minimale et maximale ont augmenté; les nuits et les jours sont plus chauds maintenant qu'auparavant (tableau XI).

Les indicateurs de saison observés dans le passé (par la majorité des personnes enquêtées) ne sont plus valables actuellement selon l'opinion de 56% des paysans ; aussi 53% des paysans interrogés expliquent que les indicateurs de bonne saison ne sont plus valables actuellement (figure 6).

Les risques climatiques évoqués par les agriculteurs sont alors : la sécheresse, la hausse des températures, le démarrage tardif et le raccourcissement de la saison des pluies.

Tableau XI : Perception sur la variabilité climatique

	Diminution de la longueur des saisons de pluie	Augmentation de la longueur des saisons sèches	Augmentation des Séquences Sèches	Augmentation de la température maximale	Augmentation de la température maximale	Augmentation de la température minimale
Total d'avis favorables	236	255	225	257	255	255
Pourcentage d'avis favorables	90,8	98,1	86,5	98,8	98,1	98,1

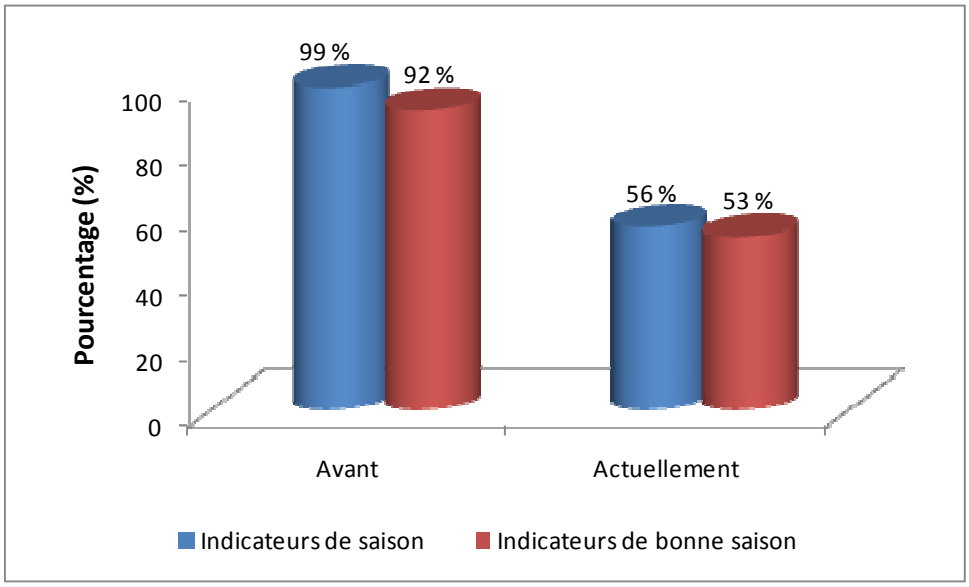


Figure 5 **: Perception des paysans sur les Indicateurs de saison**

4-2 Analyse de la variabilité et changement climatique

L'analyse du cumul pluviométrique montre la variabilité interannuelle dans la série 1950-2011 (figures 7 à 9). Depuis 1968, on a enregistré d'importantes années de déficit pluviométrique avec les années 1976, 1982 et 2000 considérées comme années de grande sécheresse.

La tendance à la hausse ou à la baisse de la pluviométrie dans toutes les stations étudiées n'est pas significative selon le test de Mann Kendall (annexe 6).

Les résultats des tests de rupture, résumés et présentés en annexe, montrent qu'à Atakpamé, il n'y a pas de rupture dans la série pluviométrique de 1950-2011 ; néanmoins, on constate un saut en 1968 selon le test de Pettitt (Annexe 4).

A Kouma-Konda aussi, il n'y a pas de rupture mais un saut a été observé en 1989 selon le test de Pettitt et le test de Lee et Heghinian (Annexe 5).

A Kpalimé-Tové, on a un saut en 1972 pour le test de Pettitt et en 1969 pour le test de Lee et Heghinian (Annexe 5).

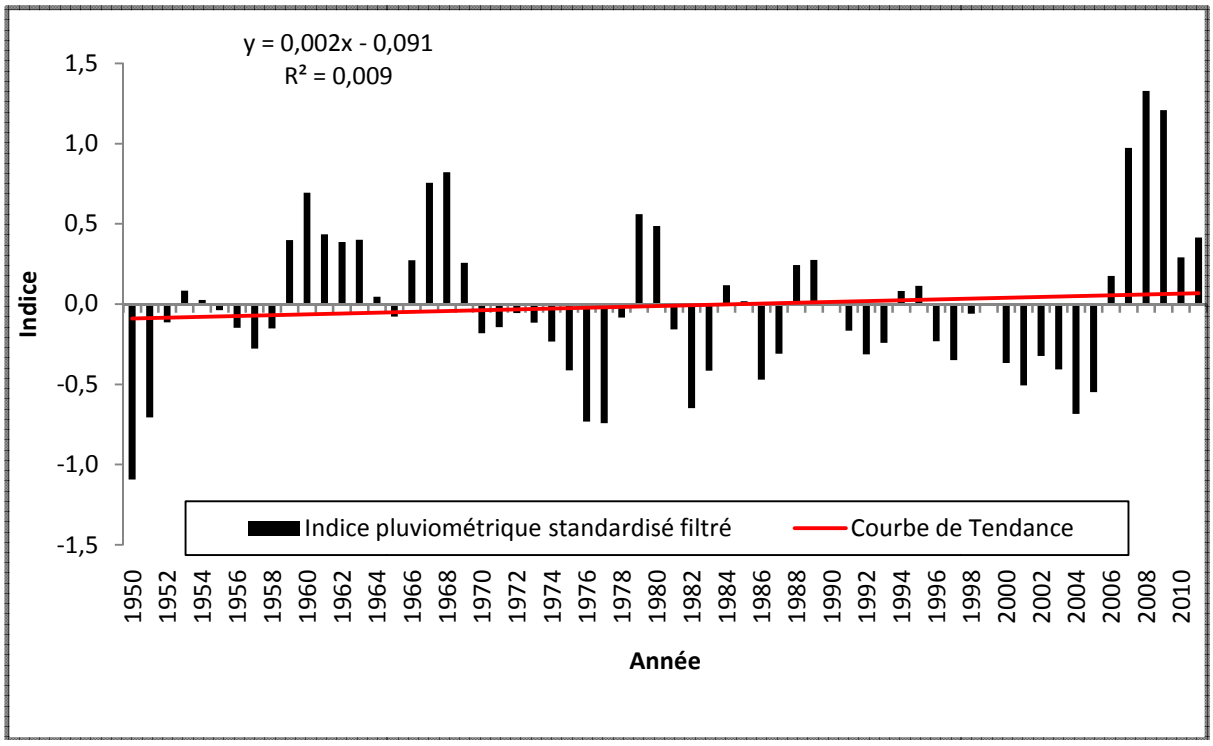


Figure 6**: Variabilité interannuelle de la pluviométrie à Atakpamé, de 1950 à 2011**

La tendance à la hausse de la pluviométrie n'est pas significative selon le test de Mann Kendall (annexe 6).

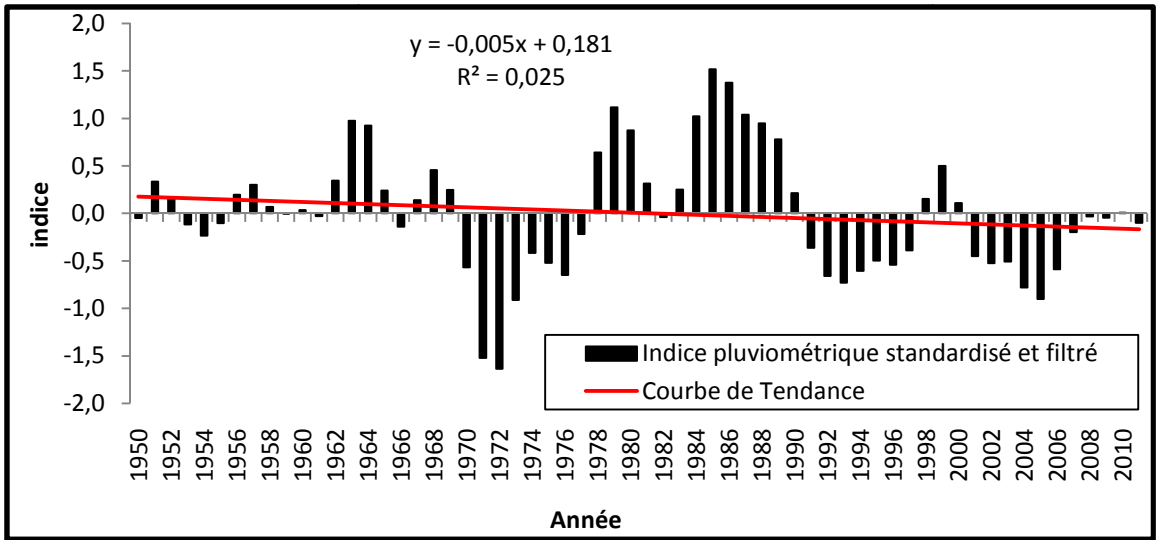


Figure 7 : **Variabilité interannuelle de la pluviométrie à Kouma-Konda, de 1950 à 2011**

La tendance à la baisse de la pluviométrie n'est pas significative selon le test de Mann Kendall (annexe 6).

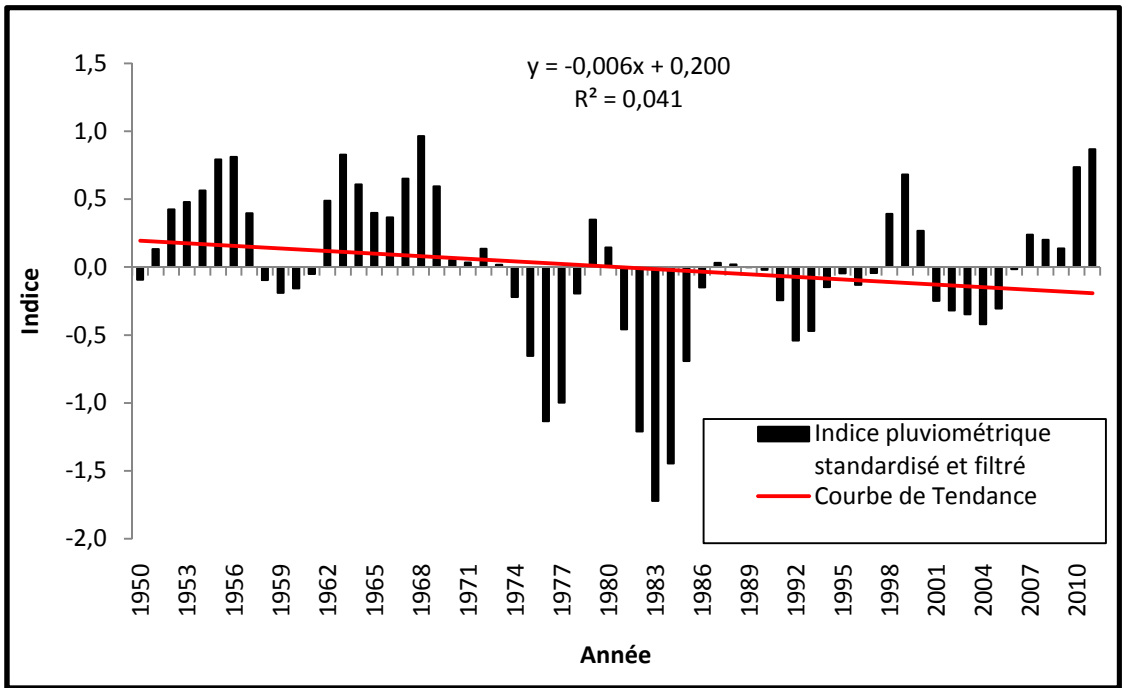


Figure 8: **Variabilité interannuelle de la pluviométrie à Kpalimé-Tové, de 1950-2011**

La tendance à la baisse de la pluviométrie n'est pas significative selon le test de Mann Kendall (annexe 6).

4-3 Analyse des risques climatiques

4-3-1 Analyse des risques liés à la sécheresse

La sécheresse s'exprime par l'allongement du temps moyen entre deux événements pluvieux, traduisant ainsi le risque d'apparition d'un épisode sec en plein cœur de la saison des pluies.

La variabilité des séquences sèches, pendant les mois les plus pluvieux, illustrée par la figure 10, montre les tendances observées.

On note une augmentation hautement significative selon le test de Mann Kendall (Annexe 6) des séquences sèches les plus longues pendant le mois de juin ; or ce mois était considéré dès lors comme étant le mois où le pic de la pluviométrie est observé pour la grande saison des pluies à Atakpamé et à Kouma-Konda (annexe 6). Pour la petite saison des pluies, on observe une tendance significative à la hausse des séquences sèches pour les deux mois les plus pluvieux.

A la station de Kpalimé-Tové, nous avons une tendance non significative à la hausse, sauf que pour le mois de septembre cette tendance est à la baisse (figure 11).

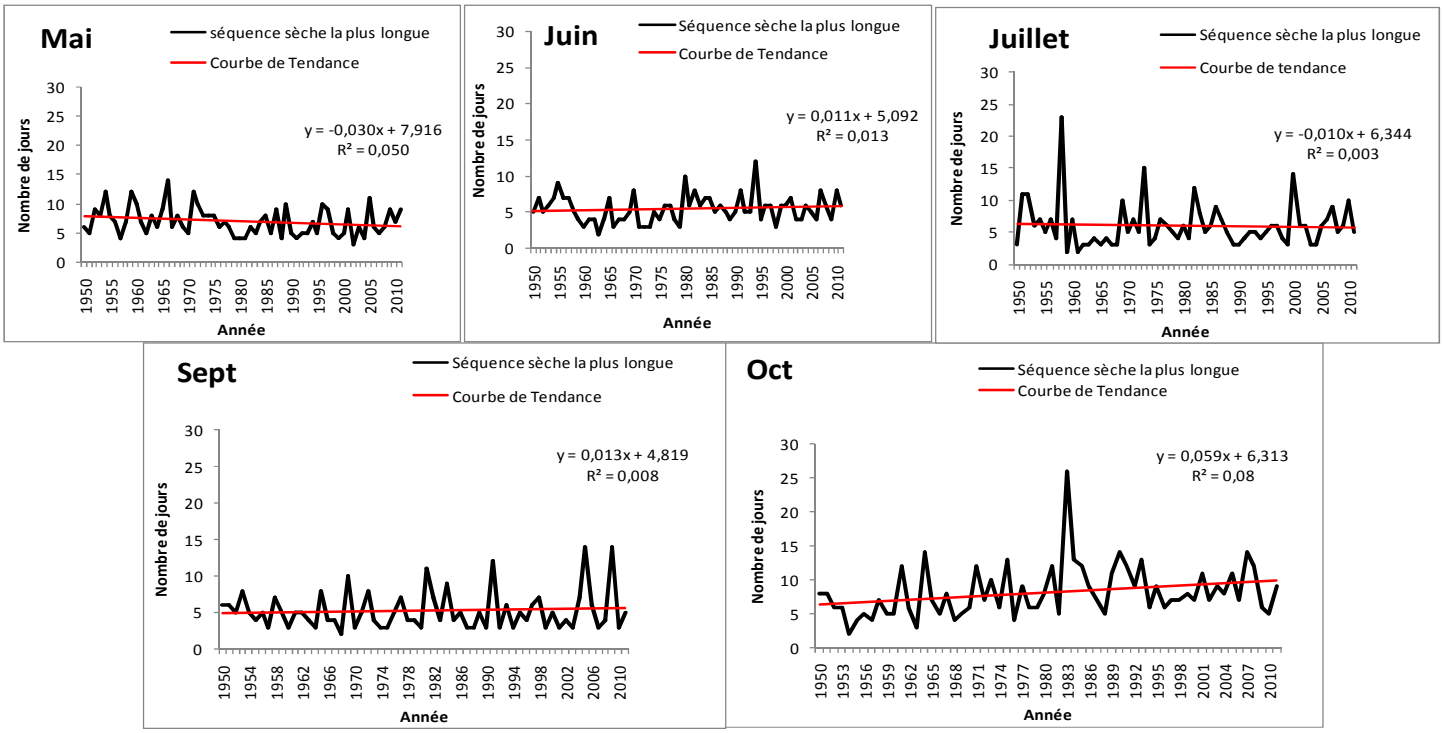


Figure 9 : **Variabilité des séquences sèches les plus longues pendant les mois les plus pluvieux à Atakpamé**

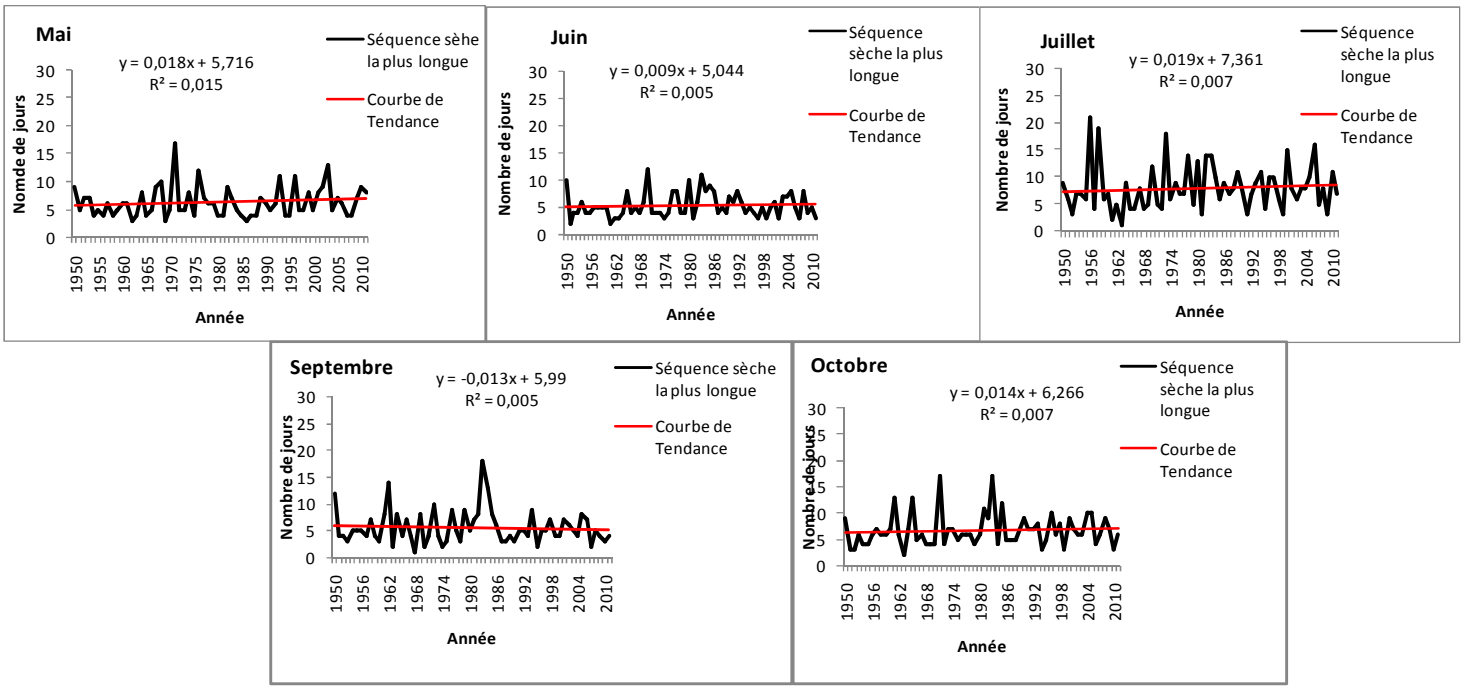


Figure 10: **Variabilité des séquences sèches les plus longues pendant les mois les plus pluvieux à Kpalimé-Tové**

4-3-2 Analyse des températuresextrêmes

L'analyse des températures montre qu'il y a une tendance à la hausse (figures 12 et 13). Cette tendance est hautement significative suivant le test de Mann Kendall (annexe 6).

Le test de pettitt, le test de Lee et Heghinian et la segmentation d'Hubert présentent une rupture en 1982 (Annexe 5) pour la température maximale (figure 12). Cette rupture est très significative selon le test de comparaison des moyennes de Student avec un écart entre la moyenne après et la moyenne avant l'année de rupture de +0,9°C. Cet écart traduit une augmentation après l'année de rupture.

La température minimale (figure 13) présente une rupture significative en 1976 selon la segmentation d'Hubert (Annexe 5). On note une augmentation de +1,1°C.

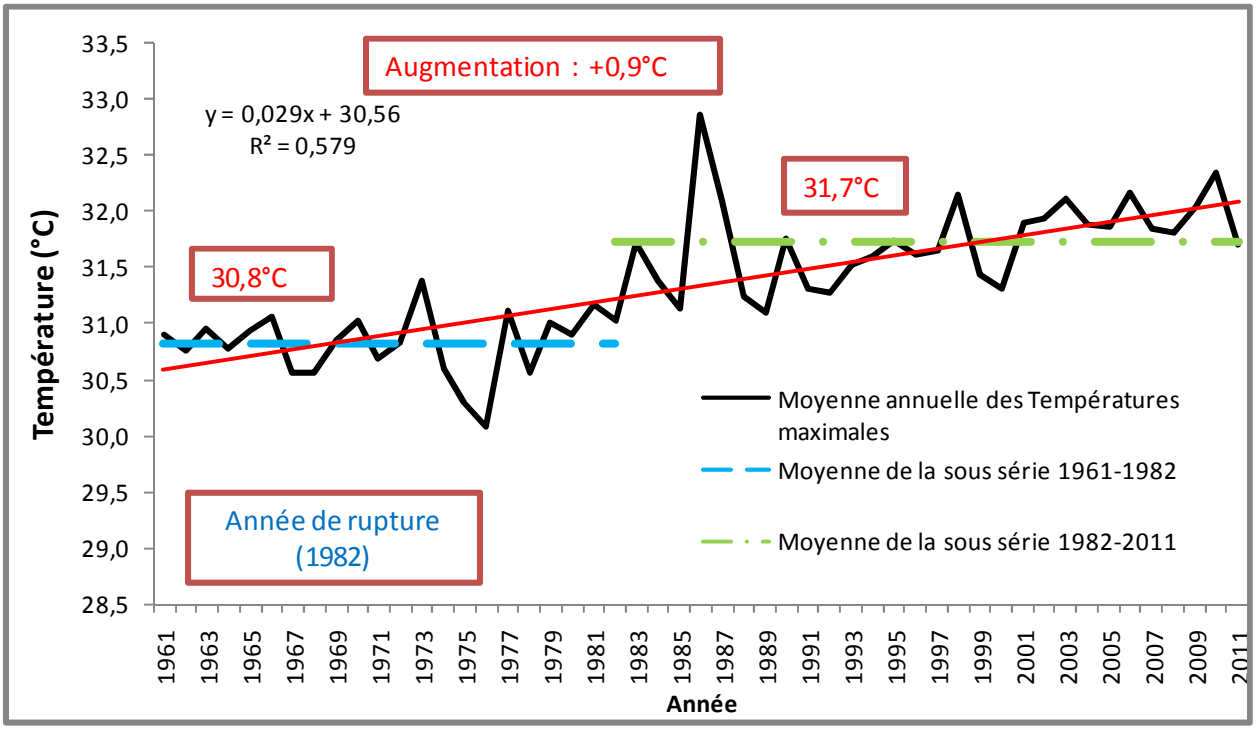


Figure 11 **: Tendance de la moyenne annuelle de la température maximale et moyenne des sous-séries 1961-1982 et 1983-2011à Atakpamé**

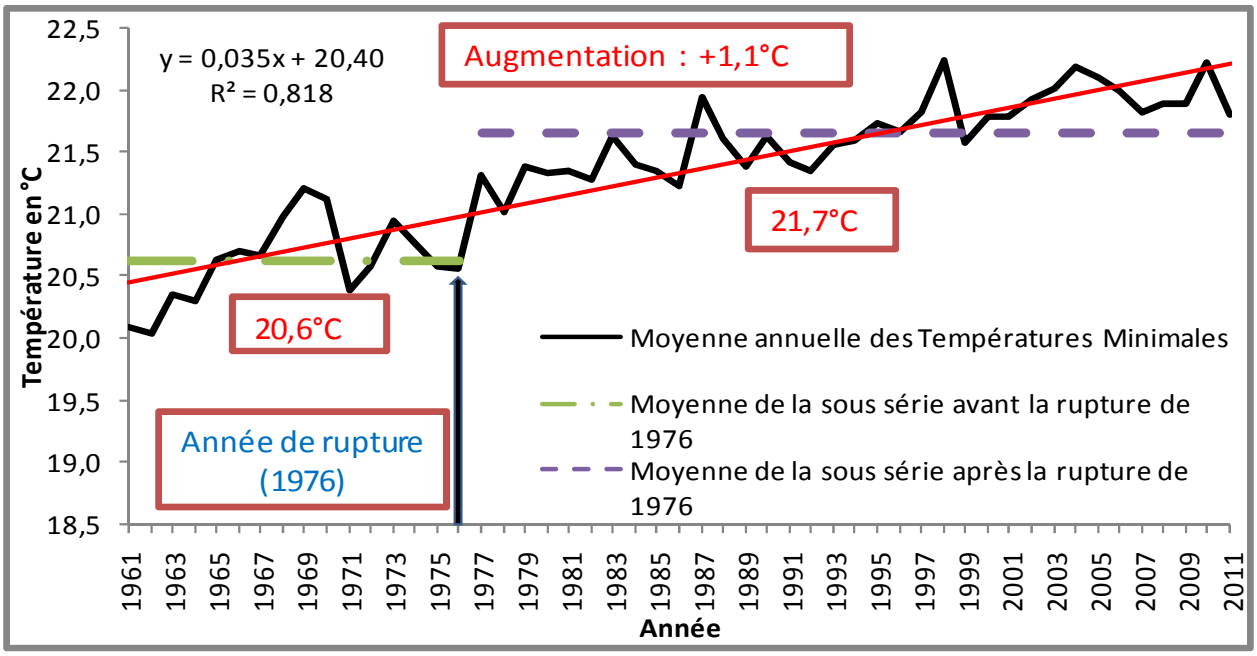

y = 0,035x + 20,40
R² = 0,818
Augmentation : +1,1°C
21,7°C
20,6°C
Année de rupture (1976)
Température en °C
Année
Moyenne annuelle des Températures Minimales
Moyenne de la sous série avant la rupture de 1976
Moyenne de la sous série après la rupture de 1976

Figure 12 **: Tendance de la moyenne annuelle de la température minimale et moyenne des sous-séries 1961-1976 et 1977-2011à Atakpamé**

L'analyse des pourcentages des jours pour lesquels la température maximale est supérieure au quatre-vingt dixième percentile (jours climatiquement chauds) et des jours pour lesquels la température minimale est supérieure au quatre-vingt dixième percentile (nuits climatologiquement chaudes) nous donne une tendance très significative à la hausse selon le test de Mann Kendall (figure 14); ces divers pourcentages sont obtenus des calculs des indices climatologiques à l'aide de Rclimdex. Ceci vient confirmer la perception des paysans sur la hausse des températures.

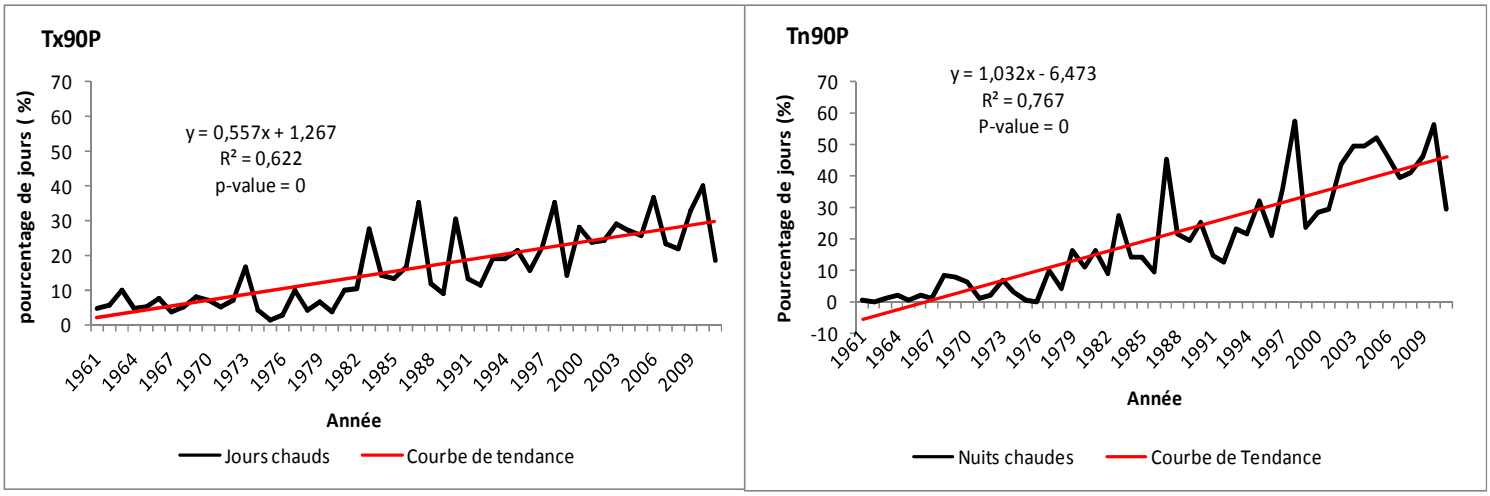


Figure 13 : **Evolution des Jours et nuits climatologiquement chauds**

4-3-3 Analyse du démarrage de la saison agricole

L'analyse des dates de début de la grande saison des pluies donne une tendance significative à la hausse à Atakpamé et à Kouma-Konda ; à Kpalimé-Tové, cette tendance n'est pas significative (figure 15 à 17).

Pour la petite saison des pluies, dans toutes les stations, la tendance à la baisse est significative selon le test de Mann Kendall.

Les tests de ruptures dans les séries chronologiques donnent une rupture non significative en 1988 à Atakpamé avec une différence entre la moyenne après et avant l'année de rupture de 7 jours (un décalage d'une semaine plus tard) pour la grande saison des pluies ; pour la petite saison des pluies, un saut est intervenu en 1961 avec un décalage de 7 jours (une semaine plus tôt).

A Kouma-Konda une rupture très significative est arrivée en 1989 pour la grande saison des pluies et en 1964 pour la petite saison des pluies avec respectivement un décalage de 11 jours plus tard et de 6 jours plus tôt.

A Kpalimé-Tové, on n'a pas observé de rupture dans la série chronologique des données.

Les différents résultats sont présentés en annexe 5.

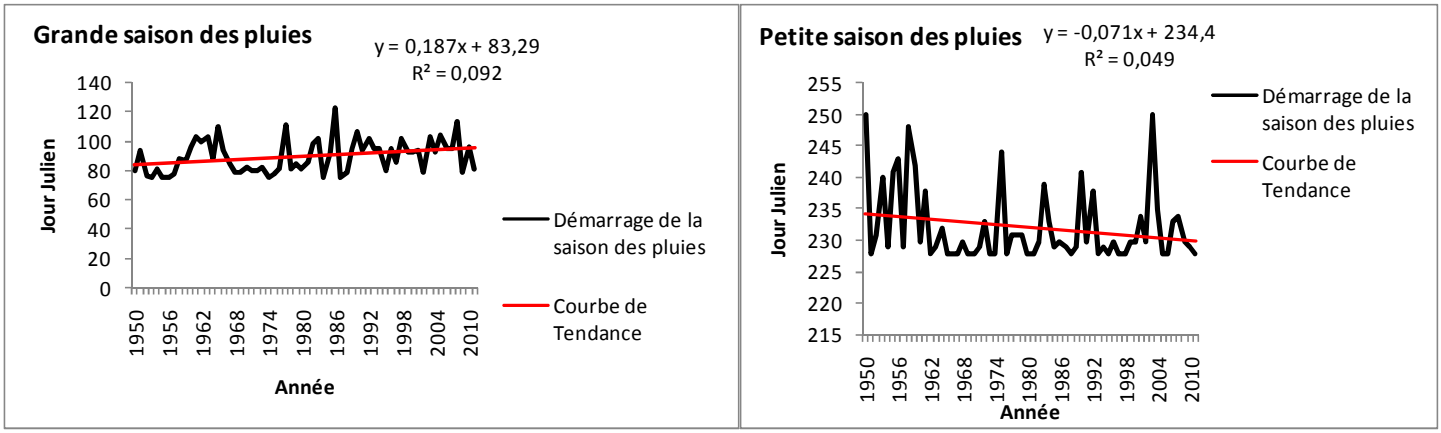


Figure 14 **: Variabilité des dates de démarrage des pluies à Atakpamé**

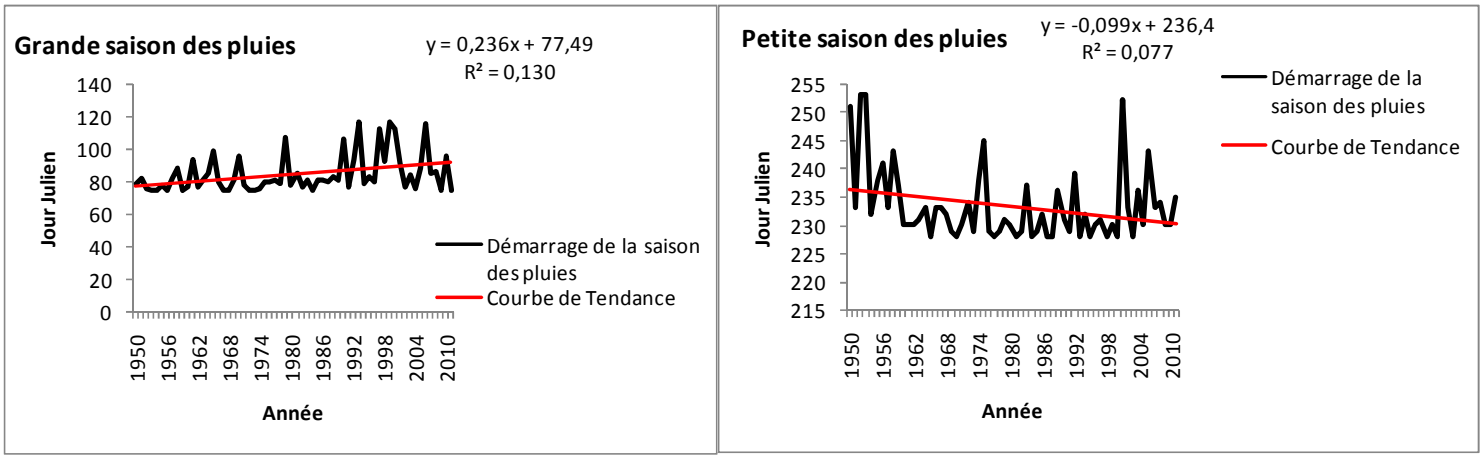


Figure 15 **: Variabilité des dates de démarrage des pluies à Kouma-Konda**

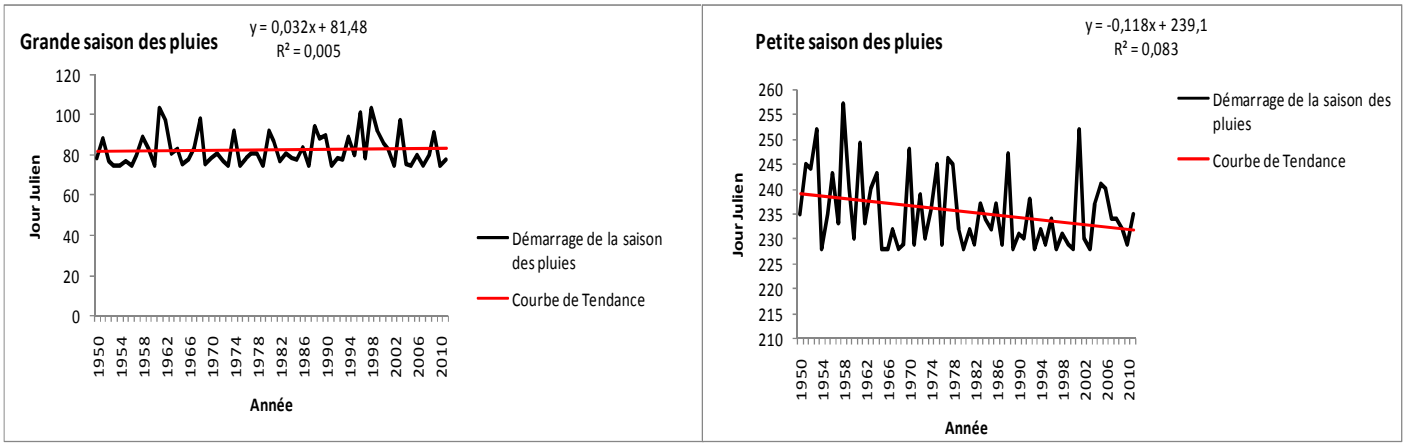


Figure 16 **: Variabilité des dates de démarrage des pluies à Kpalimé-Tové**

4-3-4 Analyse de la longueur des saisons agricoles

L'analyse de la longueur des saisons de pluies (figure 18 à 20) dans toutes les stations étudiées montre que les saisons se raccourcissent dans le temps pendant les deux saisons des pluies. L'application du test de Mann Kendall explique que cette tendance n'est pas significative, sauf à Kouma-Konda où elle est significative pour la grande saison des pluies.

Les tests de rupture indiquent un raccourcissement de 11 jours après la rupture de 1971 à Atakpamé pour la grande saison des pluies ; la petite saison des pluies ne présente pas de rupture dans la série (annexe 4).

On a le même raccourcissement de 11 jours à Kouma-Konda pendant la grande saison des pluies après la rupture significative de 1969 et plutôt un allongement en moyenne de 2 jours pour la petite saison des pluies après la rupture non significative de 1963 (annexe 5).

A Kpalimé-Tové, on obtient un raccourcissement de 9 jours après la rupture très significative de 1969 pour la grande saison et la rupture significative de 1963 pour la petite saison (annexe 5).

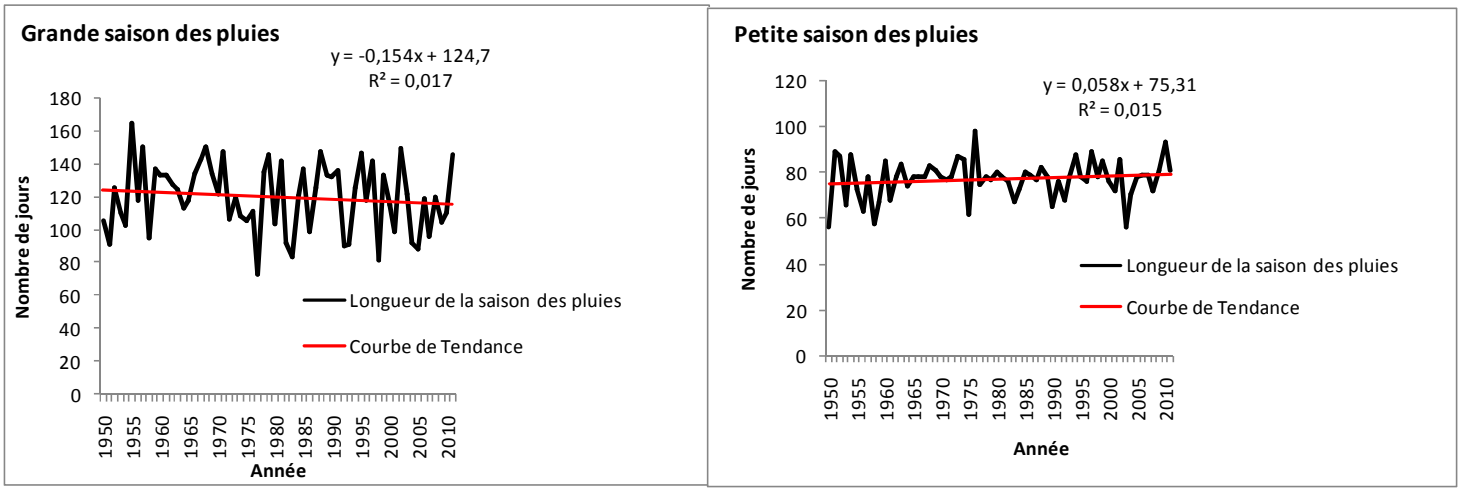


Figure 17 **: Variabilité des longueurs de la saison des pluies à Atakpamé**

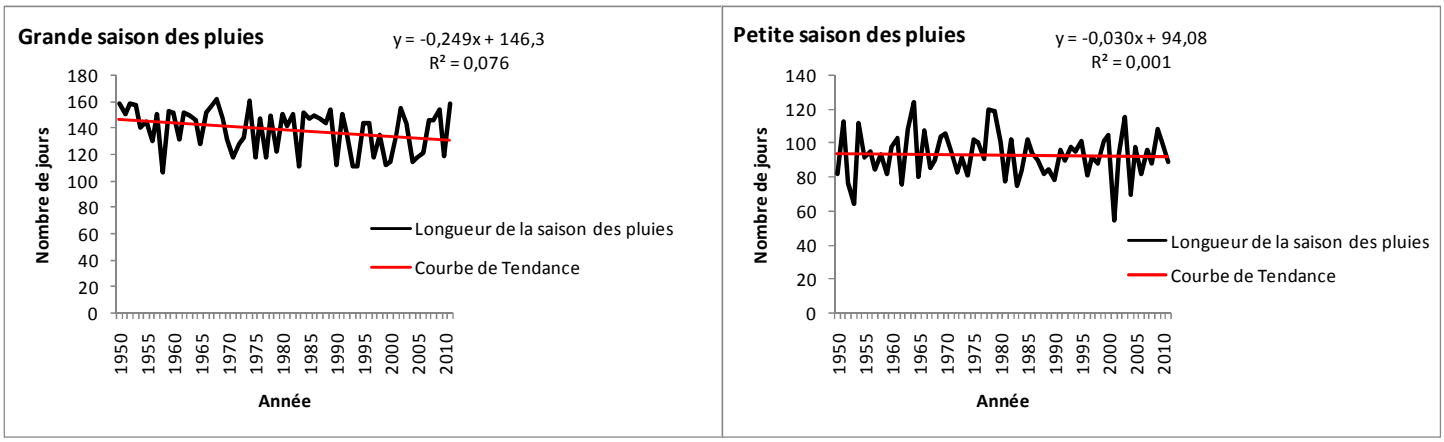


Figure 18 **: Variabilité des longueurs de la saison des pluies à Kouma-Konda**

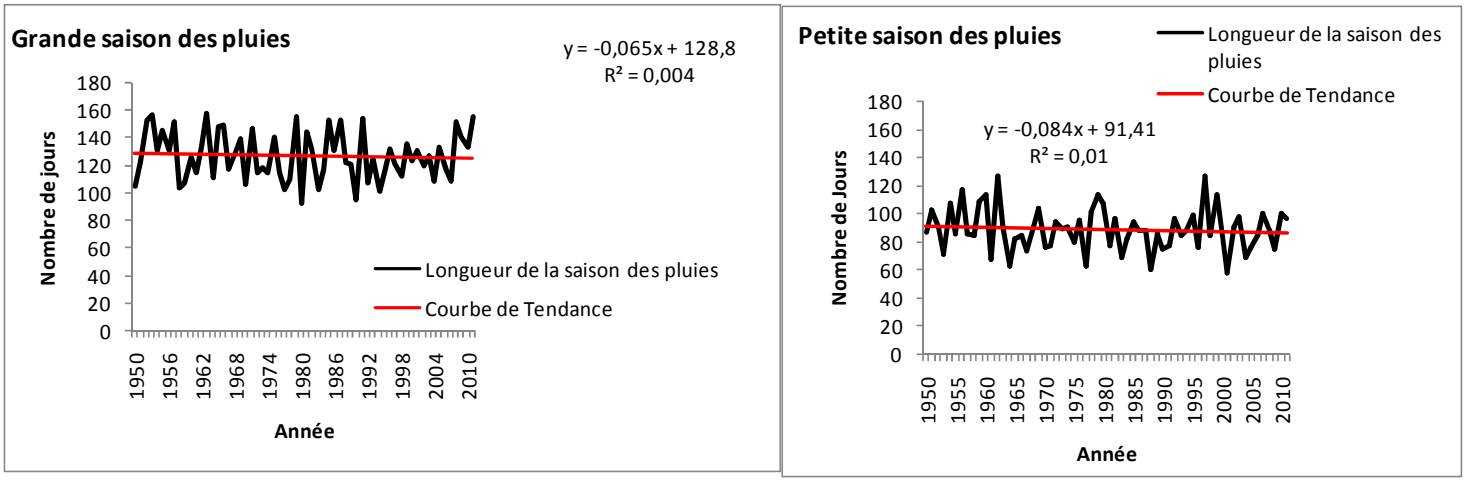


Figure 19 : **Variabilité des longueurs de la saison des pluies à Kpalimé-Tové**

Les divers résultats de l'analyse des risques liés à la sécheresse, de la hausse de températures, du démarrage tardif de la saison des pluies et du raccourcissement de la longueur des saisons agricoles viennent confirmer l'assertion de la perception des paysans sur les risques identifiés dans la zone.

4-4 Evaluation des impacts et de la vulnérabilité des paysans

4-4-1 Evaluation des impacts

La sécheresse, la hausse des températures, le démarrage tardif et le raccourcissement de la saison des pluies sont les risques climatiques identifiés et confirmés par les analyses statistiques. Il convient de définir leurs probabilités d'occurrence.

Les travaux du groupe de travail N°I du GIEC, 2007 nous ont permis de retenir les probabilités d'occurrence des risques identifiés (tableau XII).

Tableau XII : Probabilités d'occurrence des risques de la zone

Facteurs climatiques	Terminologie de probabilité	Probabilité de l'occurrence
hausse des températures	Extrêmement probable	>95 %
Raccourcissement des saisons	Très probable	>90 %
Démarrage tardif	Très probable	>90 %
Sécheresse	Probable	>66%

Ainsi, selon le groupe de travail du GIEC, la hausse des températures est extrêmement probable avec une occurrence supérieure à 95%.

Le raccourcissement et le démarrage tardif sont très probables et la sécheresse est probable.

Les probabilités d'occurrence ainsi définies croisées avec les niveaux de sévérité des conséquences permettent d'établir la matrice des valeurs de risque (tableau XIII).

Pour un risque très probable, à un degré de sévérité majeur, donne une valeur du risque élevé.

Tableau XIII : Matrice des valeurs de risque de la zone

probabilité d'occurrence du risque	Conséquence			
	Niveau (degré) de sévérité			
	Mineur	Modéré	Majeur	Sévère
Probable	faible	modéré	modéré	élevé
Très probable	faible	modéré	élevé	élevé
Extrêmement probable	faible	modéré	élevé	extrême

4.4.1.1 Identification des impacts

Les données d'enquête ont permis d'identifier dans la zone d'étude les impacts qui sont représentés par la figure 21suivante :

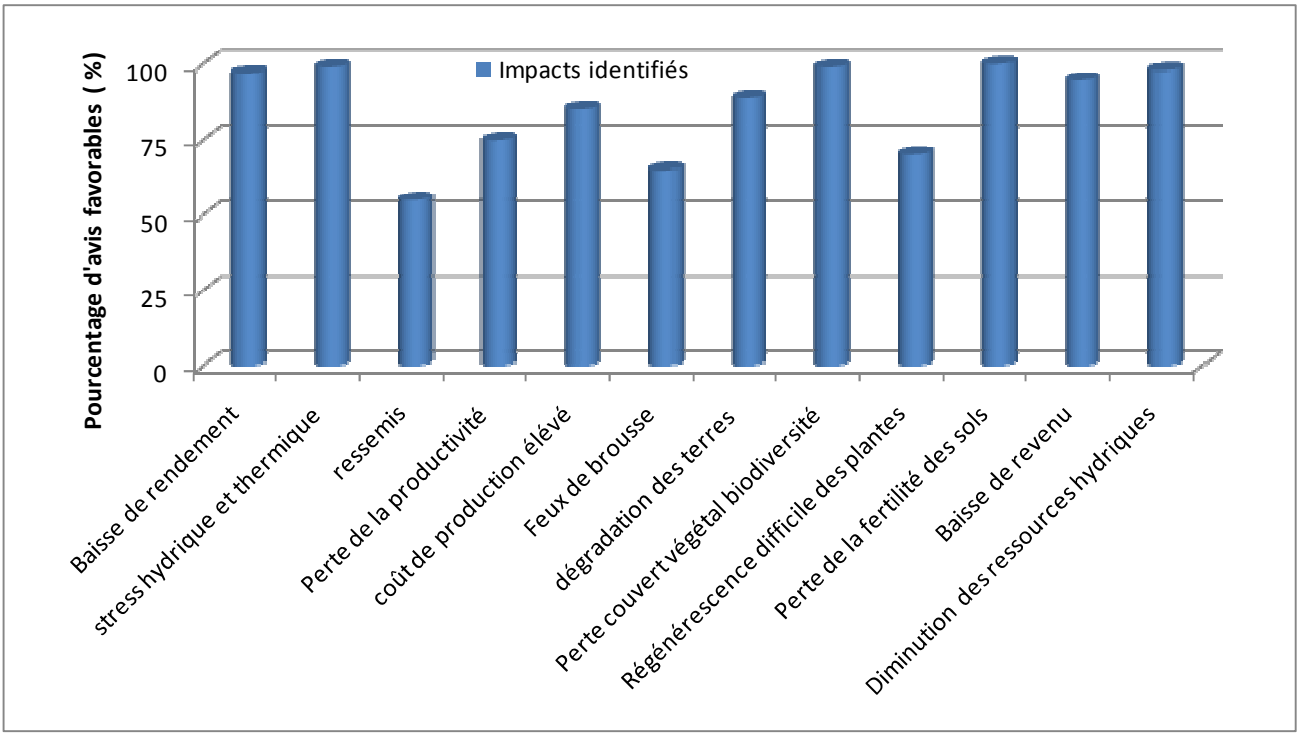


Figure 20: **Perception paysanne des impacts identifiés**

Les impacts identifiés dans la zone d'étude sont d'avis de plus de 50% des personnes enquêtées et sont, suivant les variables, illustrés dans le tableau XIV suivant.

On note par exemple que la baisse sévère des rendements et le stress hydrique accentué sont des impacts de la sécheresse sur la culture.

Tableau XIV : Identification des impacts

Facteurs climatiques	Variables			
	Culture	**Végétation**	**Ressource en eau**	**Sol**
Sécheresse	Baisse sévère des rendements, stress hydrique accentué	Perte de la biodiversité, feux de brousse, dégradation des sols	Tarissement des cours d'eau, diminution d'eau disponible	Baisse sensible de l'humidité du sol, dégradation des terres arables, diminution des activités microbiologiques
hausse des températures	Baisse des rendements, stress hydrique et thermique accru	Feux de brousse, perte des essences forestières très utiles, perte de couverture végétale	Bilan hydrique négatif, pression importante sur les ressources hydriques, évaporation élevée, disponibilité en eau réduite	Perte de la fertilité du sol, perte du couvert végétal, diminution d'eau utile pour la plante
Démarrage tardif	Coûts importants des ressemis répétitifs, perte de la productivité	Réduction de la pharmacopée traditionnelle, régénération difficile des plantes	Baisse du potentiel hydrique, baisse de rendement	Réduction des points d'eau, exposition à l'érosion éolienne
Raccourcissement Des saisons	Baisse de rendement, baisse de revenu, coût de production élevé	Perte de productivité des plantations forestières	Baisse sensible des réservoirs souterrains, Augmentation de la demande d'eau	Dégradation des sols, baisse de rendement

Extrêmement probable	Très probable	Probable

Les niveaux de conséquence des risques sur les différentes variables ont été obtenus de la documentation et des échanges pendant l'enquête et résumés dans le tableau XV suivant.

Ainsi, on dira que le démarrage tardif a une conséquence modérée sur les sols.

Tableau XV : Niveau de sévérité des conséquences des risques sur les variables

Facteurs climatiques	Variables			
	Culture	**Végétation**	**Ressource en eau**	**Sol**
Sécheresse	Majeur	Sévère	Modéré	Modéré
hausse des températures	Sévère	Majeur	Majeur	Majeur
Démarrage tardif	Majeur	Majeur	Majeur	Modéré
Raccourcissement des saisons	Majeur	Modéré	Modéré	Majeur

Extrêmement probable	Très probable	Probable

4.4.1.2 Matrice d'impacts

Les niveaux de sévérité des conséquences des facteurs sur les variables (tableau XV), liés aux probabilités d'occurrence des risques, nous permettent de déterminer les couleurs des valeurs de risque correspondantes dans la matrice des valeurs de risque (tableau XIII) ; ces couleurs permettent d'établir la matrice d'impacts (tableau XVI).

Tableau XVI : Matrice d'impacts

Matrice d'impacts	Variables			
	Culture	**Végétation**	**Ressource en eau**	**Sol**
Sécheresse	Baisse sévère des rendements, stress hydrique accentué	Perte de la biodiversité, feux de brousse, dégradation des sols	Tarissement des cours d'eau, diminution d'eau disponible	Baisse sensible de l'humidité du sol, dégradation des terres arables, diminution des activités microbiologiques
hausse des températures	Baisse des rendements, stress hydrique et thermique accru	Feux de brousse, perte des essences forestières très utiles, perte de couverture végétale	Bilan hydrique négatif, pression importante sur les ressources hydriques, évaporation élevée, disponibilité en eau réduite	Perte de la fertilité du sol, perte du couvert végétal, diminution d'eau utile pour la plante
Démarrage tardif	Coûts importants des ressemis répétitifs, perte de la productivité	Réduction de la pharmacie traditionnelle, régénération difficile des plantes	Baisse du potentiel hydrique, baisse de rendement	Réduction des points d'eau, exposition à l'érosion éolienne
Raccourcissement Des saisons	Baisse de rendement, baisse de revenu, coût de production élevé	Perte de productivité des plantations forestières	Baisse sensible des réservoirs souterrains, Augmentation de la demande d'eau	Dégradation des sols, baisse de rendement

Extrêmement probable	Très probable	Probable
Modéré	Elévé	Extrême

Pour exemple de lecture, on peut dire que, le raccourcissement des saisons (risque) qui est très probable agit modérément sur la végétation en provoquant la perte de productivité des plantations forestières (impact).

4-4-2 Evaluation de la vulnérabilité des paysans

Les différents sous-indicateurs socio-économiques ont été notés (tableau XVII) suivant le barème préalablement établi (tableau VII). La cote d'un indicateur socio-économique étant la moyenne des cotes des sous-indicateurs qui le constituent, alors les différents indicateurs socio-économiques obtiennent les notes comme suit : capital humain 1,7 ; capital social 1,2 ; capital naturel 1,7 ; capital physique 1,8 et capital financier 1,5 (Tableau XVII).

Tableau XVII : **Notation des indicateurs socio-économiques**

Indicateurs	Sous indicateurs	Cote
Capital humain		1,7
	Accès aux soins de santé	2
	Disponibilité d'écoles	2
	Disponibilité de soins traditionnels	1
Capital social		1,2
	Aide des groupements	1
	Entraide	1
	Aide des ONG	1
	Exode rural	1
	Aide familiale	2
	Moyens de production	1
Capital naturel		1,7
	ressources en eau	2
	ressources naturelles	2
	régénérescence naturelle assistée	1
Capital physique		1,8
	Disponibilité de terre agricole	2
	Disponibilité d'eau potable	2
	Disponibilité des infrastructures routières et sanitaires	2
	Accessibilité aux intrants et matériels agricoles	1
	Accessibilité aux variétés améliorées	2
Capital financier		1,5
	Revenu des travaux agricoles	3
	Revenus d'autres activités	1
	Diaspora	1
	Prix des produits	1

La moyenne des différentes cotes des indicateurs socio-économiques cités plus haut nous donne la capacité d'adaptation de cette communauté des agriculteurs. Ici cette moyenne est 1,6 inférieure à 2 ; ce qui traduit une capacité d'adaptation faible (figure 22).

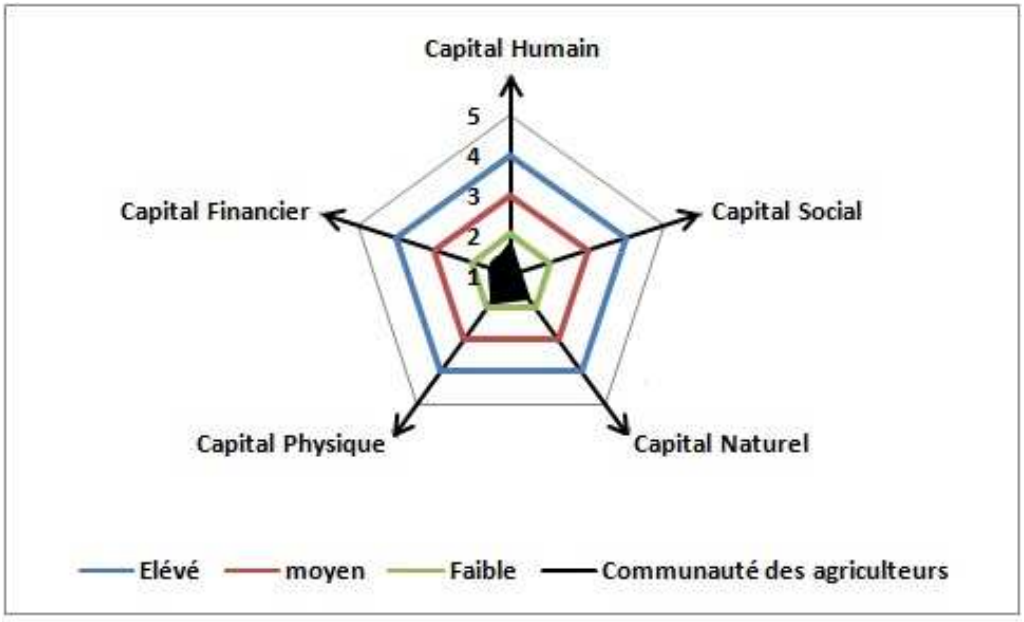


Figure 21 **: Diagramme de Vulnérabilité socio-économique des modes d'existence des agriculteurs de Kpimé**

De cette capacité d'adaptation nous obtenons alors la matrice de vulnérabilité à deux colonnes indiquée par le tableau XVIII.

Tableau XVIII : Matrice de vulnérabilité de la zone

Impacts potentiels (degré d'impact)	**Capacité d'adaptation**
	Faible
Extrême	élevé
Elevé	élevé
Modéré	modéré
Faible	faible

4-5 Identification et priorisation des options d'adaptation

4-5-1 Identification des options d'adaptation et Matrice d'adaptation

Les options d'adaptation sont identifiées aux vues des impacts et de la capacité d'adaptation des agriculteurs à faire face au changement climatique.

Ces options d'adaptation sont résumées dans le tableau XIX.

Tableau XIX : Options d'adaptation

Risques climatiques	Variables			
	Culture	**Végétation**	**Ressource en eau**	**Sol**
Sécheresse	Mise en place de technique durable d'irrigation, mise en place des espèces et variétés résistantes à la sécheresse	Mise en défens des forêts, technique de maintien de l'humidité du sol	Mise en œuvre des techniques de conservation des eaux ; Gestion efficiente de l'utilisation de l'eau	Techniques de récupération des terres, technique de maintien du couvert du sol
hausse des températures	Utilisation des variétés résistantes à la chaleur, amélioration des pratiques agricoles	technique de maintien de l'humidité du sol, freinage des feux de brousse	Gestion efficiente de l'utilisation de l'eau, technique de restauration et de gestion durable des ressources en eau	Technique de réduction de la température du sol et l'évaporation
Démarrage tardif	Mise en place d'un calendrier cultural prévisionnel approprié, système d'alerte précoce, calage et suivi agrométéorologique	Mise en place de technique durable d'irrigation	Mise en place de technique durable d'irrigation, gestion efficiente de l'utilisation de l'eau	Technique de restauration des sols (billonnage, sillonnage, buttage)
Raccourcissement des saisons	Mise en place de technique durable d'irrigation, mise en place des espèces et variétés améliorées à cycle court ou extra-précoce	Promotion de la petite irrigation, amélioration des pratiques agroforestières	Promotion des techniques de production, renforcement des capacités pour le suivi hydro et agrométéorologique	Techniques de conservation des sols, promotion de jeunes plans et boutures

Extrêmement probable	Très probable	Probable

La valeur de risque de chaque cellule de la matrice d'impacts associée à la capacité d'adaptation donne le degré de vulnérabilité correspondant pour la cellule ; ce qui permet d'établir la matrice d'adaptation.

Nous obtenons ainsi la matrice d'adaptation représentée par le tableau XX suivant.

Tableau XX : Matrice d'adaptation de la zone

Matrice d'adaptation	Variables			
	Culture	**Végétation**	**Ressource en eau**	**Sol**
Sécheresse	Mise en place de technique durable d'irrigation, mise en place des espèces et variétés résistantes à la sécheresse	Mise en défens des forêts, technique de maintien de l'humidité du sol	Mise en œuvre des techniques de conservation des eaux ; Gestion efficiente de l'utilisation de l'eau	Techniques de récupération des terres, technique de maintien du couvert du sol
hausse des températures	Utilisation des variétés résistantes à la chaleur, amélioration des pratiques agricoles	technique de maintien de l'humidité du sol, freinage des feux de brousse	Gestion efficiente de l'utilisation de l'eau, technique de restauration et de gestion durable des ressources en eau	Technique de réduction de la température du sol et l'évaporation
Démarrage tardif	Mise en place d'un calendrier cultural prévisionnel approprié, système d'alerte précoce, calage et suivi agrométéorologique	Mise en place de technique durable d'irrigation	Mise en place de technique durable d'irrigation, gestion efficiente de l'utilisation de l'eau	Technique de restauration des sols (billonnage, sillonnage, buttage)
Raccourcissement des saisons	Mise en place de technique durable d'irrigation, mise en place des espèces et variétés améliorées à cycle court ou extra-précoce	Promotion de la petite irrigation, amélioration des pratiques agroforestières	Promotion des techniques de production, renforcement des capacités pour le suivi hydro et agrométéorologique	Techniques de conservation des sols, promotion de jeunes plans et boutures

Extrêmement probable	Très probable	Probable	élevé	modéré

4-5-2 Priorisation des options d'adaptation

On note des similitudes et des complémentarités entre certaines options de la matrice d'adaptation. C'est ainsi qu'il a été procédé à des fusions et reformulations pour aboutir en fin de compte à cinq (05) options.
Les différentes options retenues sont notées conformément au barème préétabli au tableau X suivant la documentation et les contributions des paysans enquêtés.
Le classement de ces différentes options est résumé au tableau XXI ci-dessous.

Tableau XXI : Priorisation des stratégies d'adaptation dans la zone

Options d'adaptation	Coût	Facilité de mise en œuvre	Efficacité	Rapidité	Capacité	Total	Rang
Mise au point de variétés améliorées à haut rendement de cultures à cycle court et résistantes à la sécheresse et adaptés au régime de faible pluviométrie	2	2	3	1	3	11	4ème
Appui au suivi agrométéorologique des cultures en milieu paysan pour le calage du calendrier agricole (calendrier cultural) adapté	2	3	3	3	3	14	1ère
Aménagement des bas-fonds et des terres humides pour le développement et la diversification des cultures de contre saison	3	2	3	2	3	13	2ème
Promotion de l'irrigation à partir des retenus d'eau et des barrages et mise au point de techniques culturales appropriées	2	2	3	2	3	12	3ème
Appui à la promotion des pépinières villageois autour des points d'eau	3	2	1	2	2	10	5ème

De ce tableau, l'appui au suivi agrométéorologique des cultures en milieu paysan pour le calage du calendrier agricole (calendrier cultural) occupe le premier rang.

Cet appui sera très efficace, très rapidement exécutable, très facilement mis en place à un coût moyennement élevé et très capable de répondre aux attentes de la population.

Cet appui consistera à l'installation et au renforcement des capacités des paysans à l'utilisation des pluviomètres pour une meilleure prise en compte des conseils agrométéorologiques.

La deuxième option consiste en aménagement des bas-fonds et des terres humides pour le développement et la diversification des cultures de contre saison.

Ces deux premières options d'adaptation sont déclinées en fiches de projets prioritaires (annexe 7).

V- Discussions

Les perceptions paysannes, quoique pas uniformes, indiquent une péjoration du régime des pluies. L'analyse de la pluviométrie indique la variabilité interannuelle et le changement climatique observé. On observe une tendance à la baisse de la pluviométrie. 92% des paysans enquêtés témoignent que la pluviométrie est en baisse ; la même tendance a été relevée par la Communication Nationale Initiale du Togo (CNI-Togo, 2001).

Le démarrage des saisons de pluie constitue un risque potentiel pour les paysans du fait de la variabilité des pluies. Chaque année, on se pose la question : à quand le démarrage de la saison? Le démarrage des saisons de pluie est devenu très variable ; la grande saison de pluie qui autrefois démarrait au mois de mars (même en janvier dans certain cas) va maintenant jusqu'au mois de mai. Le paramètre "date de semis" est une information capitale dans le démarrage des activités agricoles (Ouedraogo, 2007). Selon Tyniar (2002), les débuts de campagne agricole sont jalonnés par les faux départs ou fausses alertes provoquant ainsi plusieurs ressemis. Le décalage des saisons devient de plus en plus fréquent (PANA-Togo, 2009) et entraine des reprises de semis qui occasionnent des coûts élevés de production ; ce qui justifie l'approche de Bokonon-Ganta (1984) sur le décalage des saisons au sud Togo. Les indicateurs endogènes de bonnes saisons de pluie tels que la floraison de certains arbres, la position de la lune dès sa première apparition et la sortie de certaines fourmis ou chenilles, ne sont plus valables actuellement.

Les saisons se trouvent perturbées car on remarque une imbrication de la petite saison des pluies dans la grande. Cette imbrication explique le caractère monomodal de la saison des pluies qu'on a tendance d'observer maintenant au détriment du caractère bimodal d'autre fois. On est tenté de croire que la petite saison des pluies, dont la production est utilisée pour l'alimentation en période de soudure, est envoie de disparition. La culture du maïs qui se faisait dans le passé jusqu'à trois récoltes dans la saison (Ada, Tsitro et Kélé) ne permet qu'une seule aujourd'hui ; la deuxième saison des pluies devient très incertaine (Amoussou, 2010).

Les impacts des changements climatiques sur l'agriculture principalement de subsistance axée vers la production céréalière sont la variabilité de la longueur de la saison culturale et l'occurrence de longues séquences sèches en saison d'hivernage pouvant occasionner des pertes de semis (CILSS, 2007).

Suivant la perception paysanne, les saisons des pluies deviennent de plus en plus courtes ; on assiste à un démarrage tardif des saisons de pluie et une fin brusque. Les cultures n'arrivent plus à boucler leur cycle. Les impacts directs des changements climatiques sur l'agriculture portent sur les comportements des cultures, les modifications pédologiques et les baisses de rendements (PANA-Bénin, 2008).

La variabilité de la longueur de la saison des pluies constitue un risque des changements climatiques sur l'agriculture de subsistance qui est axée vers la production céréalière.

L'analyse des épisodes secs au cours de la saison des pluies surtout pendant les mois les plus pluvieux explique la sécheresse qui peut être dommageable aux cultures.

Un épisode sec de longue durée qui intervient pendant les phases sensibles (Atta, 2005) de la plante (phases végétative et reproductive) peut entraîner la perte de la productivité et du rendement de la culture.

On remarque une tendance à la hausse des séquences sèches les plus longues pendant les mois où on observe les pics pluviométriques pour les deux saisons (juin et octobre) ; ce qui vient confirmer la

perception des paysans sur l'importance des séquences sèches qui interviennent au cœur de la saison culturale et inhibent les cultures.

Selon la perception paysanne, les températures sont en hausse. Autrefois les matins, pendant l'harmattan, il est difficile de sortir au dehors sans se vêtir (même les gens se réchauffaient autour des feux qu'ils mettaient) mais aujourd'hui, il n'y a plus cela ; dans la journée, les gens peuvent marcher pieds nus, mais aujourd'hui il leur est impossible à cause des températures élevées. Au niveau des cultures s'observent des phénomènes de raccourcissement des cycles végétatifs et de floraison précoce, dus à l'élévation de la température.

L'analyse des températures indique qu'il y a une tendance très significative à la hausse selon le test de Mann Kendall. Les tests statistiques indiquent des ruptures très significatives dans les séries chronologiques avec une augmentation allant à +1°C.

Selon la Communication Nationale Initiale (2001), les résultats de simulations obtenus à l'aide du logiciel MAGICC-SCENGEN confirment ce changement plus ou moins important selon l'horizon considéré (2025, 2050 et 2100). La tendance est persistante et laisse entrevoir un changement climatique probable.

Les différents risques climatiques sus mentionnés dont les probabilités d'occurrence vont de probable à extrêmement probable (GIEC, 2007) ont des impacts sur la production agricole et les ressources naturelles. L'évaluation de ces impacts a permis d'établir une matrice d'impacts.

La baisse des rendements, la perte de productivité, le coût élevé de production, le stress hydrique et thermique accru et la baisse de revenu sont autant des impacts des risques climatiques sur les cultures.

En outre, les impacts socio-économiques sur la population vulnérable sont considérables.

La faible capacité d'adaptation, évaluée par les indicateurs socio-économiques des modes d'existence a permis d'établir le niveau de vulnérabilité de la communauté des agriculteurs. Les groupes sociaux de cette communauté des agriculteurs n'ont pas la capacité d'accès aux ressources nécessaires à la pleine satisfaction de leurs besoins fondamentaux. Au point de vue socio-économique, ils sont vulnérables dans leur environnement (PANA-Bénin, 2008). En soumettant les moyens d'existence à des contraintes supplémentaires, les effets néfastes des changements climatiques accroissent la vulnérabilité de ces agriculteurs (Annexe 8, photo 3 et 4).

En l'absence de mesures d'adaptation et/ou de réduction de la vulnérabilité du secteur agricole, une bonne partie de la population des pays serait exposée à des situations d'insécurité alimentaire due à ces événements extrêmes.

Face à cette situation, les paysans ont mis en place des stratégies d'adaptation au changement climatique dont les plus répandues sont : utilisation des variétés précoces et résistante à la sécheresse et à la chaleur, exploitation des terres de bas-fond, le billonnage, le buttage, la pratique de la culture en terrasse, l'extraction de vin de palme, l'élevage intensif, essais endogènes d'adaptation de calendrier cultural et autres activités génératrices de revenus (annexe 9 photo 5 à 8).

Il a été procédé à des fusions et reformulations de certaines options d'adaptation similaires et complémentaires pour en aboutir à cinq qui ont fait l'objet de la priorisation.

Deux options d'adaptation sont déclinées en fiches de projets prioritaires et consistent :

En appui au suivi agrométéorologique des cultures en milieu paysan pour le calage du calendrier agricole (calendrier cultural) et en aménagement des bas-fonds et des terres humides pour le développement et la diversification des cultures de contre saison.

Conclusion et suggestions

Au terme de cette étude, nous somme parvenu à déterminer le niveau de vulnérabilité de la communauté rurale de Kpimé face au changement climatique.

La perception des agriculteurs du changement climatique a permis d'identifier les risques climatiques qu'ils rencontrent, des impacts de ces risques qu'ils subissent et des stratégies d'adaptation qu'ils déploient pour faire face à ce changement climatique.

Les conséquences du climat sur une population pauvre en général qui vit essentiellement de ses ressources naturelles dépassent l'imagination.

La documentation existante sur le climat de la zone d'étude et de ses environs a permis de mieux connaître le climat local et d'en analyser les risques.

L'analyse de la variabilité pluviométrique et des caractéristiques climatiques et agro climatiques vient confirmer la perception paysanne que la sécheresse, la hausse des températures, le démarrage tardif de la saison des pluies et le raccourcissement des saisons agricoles constituent les différents risques climatiques de la zone.

Il s'agit ici d'apporter une contribution scientifique et technique pour une meilleure prise en compte du risque climatique tout en favorisant une adaptation appropriée. Il s'agit aussi de contribuer au développement d'une vision citoyenne des risques climatiques et de l'adaptation à ces risques.

L'étude a permis d'évaluer les impacts des risques climatiques vécus localement sur les ressources naturelles et leur gestion, à court et moyen terme et de documenter les pratiques et mécanismes d'adaptation historiquement mis en œuvre.

Les stratégies d'adaptation notamment celles basées sur les connaissances traditionnelles face au changement climatique existent ; mais cela ne suffit pas et il faut nécessairement intervenir dans une perspective de recherches qui doivent être menées afin d'améliorer les stratégies existantes ou de développer de nouvelles.

L'analyse des options d'adaptation mises en place nous a conduits à reformuler certaines options d'adaptation et à les hiérarchiser. Cette analyse a permis d'identifier les mesures prioritaires d'adaptation au changement climatique et d'élaborer deux (02) fiches de projets jugées prioritaires et très nécessaires pour leur mise en œuvre.

Aux mesures techniques, souvent issues des connaissances endogènes, nous suggérons qu'il faut le respect des dispositions légales ou institutionnelles prises par les pouvoirs publics et l'intégration de l'adaptation aux changements climatiques au plan de gestion des ressources naturelles, ce qui permettra à assurer la sécurité alimentaire de la population.

Bibliographie

Affo-dogo A., 2007. Analyse de la variabilité de la saison des pluies au sud Togo et son impact sur les conditions d'alimentation hydrique du maïs, Mémoire d'ingénieur agrométéorologique, Niamey, p 88.

Agbossou K.E., 2002. Perceptions, adaptations et accompagnements des populations face aux changements climatiques, environnementaux et sociaux, Rapport d'activité, Faculté des sciences agronomiques, Cotonou, p 17.

Amoussou E., 2010. Variabilité pluviométrique et dynamique hydro-sédimentaire du bassin-versant du complexe fluvio-lagunaire Mono-Ahémé-Couffo (Afrique de l'Ouest), Thèse de doctorat de Géographie physique appliquée, Université de Bourgogne, P315

Atta, S., 2005. Manuel de cour de Phytotechnie spéciale : les céréales. CRA, Niamey, 78p.

Arlery R., Grisollet H., Guilmet, B., 1973. Climatologie (Méthodes et Pratiques), Paris, Bruxelles, Montréal, éd. 2, revue et augmentée, 451p.

Bele Y., Mulotwa E., Bokoto de semboli B., Sonwa D., Tiani A. M., 2010. Les effets du changement climatique dans le Bassin du Congo : la nécessité de soutenir les capacités adaptatives locales. Aperçu sur l'adaptation-Afrique Centrale : 3, 1-4.

Bertrand F., Rocher L., 2007. Le Changement Climatique, révélateur des vulnérabilités territoriales, Université de Tours, p 148.

BOAD, 2009. Changements Climatiques et Sécurité Alimentaire dans les pays de l'UEMOA, p 46.

BOAD, 2010. Changements Climatiques et Sécurité Alimentaire dans la zone UEMOA : défis, impacts, enjeux actuels et futurs, p 90.

Bokonon-ganta, B., 1984. Stratégie d'adaptation aux contraintes pédoclimatiques en terroir LOUKPA (Nord-Ouest du Bénin), Cotonou, 19p.

Carmenza R., Jean-laurent P., 2004. Changement climatique, populations rurales et ressources forestières, InfoResourcesfocus, 2(04), 1-16

Chédé F., 2007. Analyse de la variabilité des saisons pluvieuses dans le Sud du Bénin et son impact sur l'alimentation hydrique du maïs, Mémoire d'ingénieur agrométéorologique, Niamey, p 82.

CILSS, 2007. Conférence Internationale sur les changements climatiques, 24-27 janvier, Ouagadougou.

Cohen S., 2009. The Role of Widespread Surface Solar Radiation Trends in Climate Change: Dimming and Brightening, Department of Environmental Physics and Irrigation, Institute of Soil, Water and Environmental Sciences, Agricultural Research Organization, Israel, 21-41.

Danklou D. K., 2006. L'agriculture du TOGO, Institut Supérieur d'agriculture de Lille, p 30.

Dao A., Goula B.T.A., Seguis L., Maiga H.B., Savane I., 2010. Variabilité climatique et réponse hydrologique du bassin versant transfrontalier de Kolondièba au sud du Mali, European Journal of Scientific Research, Vol.43, 435-444

Dorman L. I., 2009. Observed Impacts on Planet Earth: The Role of Space Weather and Cosmic Ray Effects in Climate Change, IZMIRAN Russian Academy of Science: Russia, 43-76

FAO, 2005. L'irrigation en Afrique en chiffres – Enquête AQUASTAT 2005.

FIDA, 2010. Projet d'appui au développement agricole au Togo, Rapport de conception finale, ROME, p 216.

Dixon G.R., 2009. The Impact of Climate and Global Change on Crop Production, Centre for Horticulture and Landscape, School of Biological Sciences, Whiteknights, The University of Reading, United Kingdom, 307-324

Godard O., 2007. Climat et générations futures - Un examen critique du débat académique suscité par le Rapport Stern, Ecole Polytechnique Centre National de la Recherche Scientifique, 13, Paris, 1-35

Ha-duong M., Grubb M., Hourcade J.C., 1997. Influence of socio-economic inertia and uncertainty on optimal CO2-emissions abatement", Nature, 390: 270-273.

Hammitt J.K., Lempert R.J., Schlesinger M.E., 1992. A sequential-decision strategy for abating climate change, Nature, 357: 315-318.

Hopkins J.J., Allison H.M., Walmsley C.A., Gaywood M., Thurgate G., 2007. Conserving Biodiversity in a Changing Climate: Guidance on Building Capacity to Adapt, The Department for Environment, Food & Rural Affairs, London, UK.

Hourcade J.C., 1997. Précaution et approche séquentielle de la décision face aux risques climatiques de l'effet de serre, le principe de précaution dans la conduite des affaires humaines. Paris, Éd. de la MSH et INRA-Éditions : 259-294.

Jollivet M., 2001. « Le développement durable, notion de recherche et catégorie pour l'action. Canevas pour une problématique hybride », pp.97-116 in JOLLIVET M. (Ed.) (2001), le développement durable, de l'utopie au concept, éd. Elsevier, coll. environnement NSS, Paris, p 288.

Kouakou K.E., Goula B.T.A., Savane, I., 2007. Impacts de la variabilité climatique sur les ressources en eau de surface en zone tropicale humide: cas du bassin versant transfrontalier de la Comoé (Côte D'ivoire - Burkina Faso). Euro. J. Sci. Resear.16, 31-43.

Lawin A. E., Lebel T., Afouda A., 2011. Analyse de la Variabilité du Régime Pluviométrique dans la Région Agricole d'Ina au Bénin, European Journal of Scientific Research, Vol.50, 425-439

Lawson-body, L. A., 2002. Définition des zones agro écologiques du Togo (Influence de l'évolution climatique). Thèse de doctorat en sciences de l'environnement, Fondation Universitaire Luxembourgeoise : Arlon, p 271.

Lebel T., Barbe L., 1997. General rainfall conditions and climatology, Journal of Hydrology, 74-96.

Madiodio N., 2007. Eléments de stratégie régionale d'adaptation au changement climatique basé sur l'approche de partage des risques – Afrique de l'Ouest, Programme Adaptation au Changement Climatique en Afrique, p 62.

Ministère de l'environnement et ressources forestières du Togo, 2001. Communication Nationale Initiale du TOGO, Lomé, p 238.

Ministère de l'environnement du Togo, 2010. Deuxième Communication Nationale sur les changements climatiques du Togo, Lomé, p 145.

Ministère de l'Environnement, de l'Habitat et de l'Urbanisme du Bénin, 2011. Deuxième Communication de la République du Bénin sur les changements climatiques. Cotonou ; 123 -124.

Ministère du Développement Rural Direction et de l'Environnement de la Mauritanie, 2004. Programme d'Action National d'Adaptation aux changements climatiques. Nouakchott ; 13-54.

Mohamadou S., Mansour S.T., Tandian A., Al Assane S., 2011. Changements climatiques, stratégies d'adaptation et mobilités. Evidence à partir de quatre sites au Sénégal, p 49.

Montfraix B., 2011. Etude de vulnérabilité aux changements climatiques : évaluation qualitative. Acclimate : 50-53

Moreaux V., 2007. Indices climatiques pour les industriels, UVSQ, p 44.

Morel L., 2004. Le climat et l'implantation des hommes: le cas de la côte d'Ivoire. Annales de l'Association Internationale de Climatologie, vol 1, Epinay-sous-Sénart : 117-131

Ouedraogo E. K., 2007. Changements climatiques : impacts sur les rendements du maïs au Burkina Faso, Mémoire d'ingénieur agrométéorologique, Niamey, P 88.

PANA-BENIN, 2008. Convention cadre des nations unies sur les changements climatiques, Cotonou, p 81.

PANA-TOGO, 2007. Etudes de vulnérabilité et d'identification des principales mesures d'adaptation et des options de riposte aux changements climatiques, Lomé, p 51.

PANA-TOGO, 2009. Evaluation de la vulnérabilité des communautés villageoises et leurs moyens d'existence, Lomé, p 113.

Parry M. L., Canziani O. F., Palutikof J. P., Van der Linden P. J., Hanson C. E., 2007. Impacts, Adaptation and Vulnerability: Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University, UK. P 996.

Paturel J.E., Servat E., Kouame B., Lubes H., Ouedraogo M., Masson J.M., 1997. Climatic variability in humid Africa along the Gulf of Guinea Part II: an integrated regional approach. Journal of Hydrology, 191, 16-36

PNUD, 2010. Bureau pour la Prévention des Risques et le Relèvement (Bureau des Politiques de Développement/Groupe Énergie et Environnement), Gestion des Risques Climatiques, New York, p 4, www.undp.org.

Poul N., Tadao C., Donald J. J., Klaus T., Hilary B., Van Ardenne A.H., Kabbaj O., 2004. Pauvreté et changements climatiques, Réduire la vulnérabilité des populations pauvres par l'adaptation, p 68.

Rabeharisoa L., Rakotondravelo J. C., Ranaivonasy J., Rabarijohn R., Alizany N., Raharinjanahary H., Albrecht A., 2010. Vulnérabilité et adaptation des systèmes agraires aux changements climatiques à Madagascar. Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques (ESSA), Antananarivo ; 22-32.

Rabourdin S., 2005. Changement climatique : Comprendre et agir, Paris, p 268.

Rescan M., 2005. Prévision des ressources en eau en Afrique de l'Ouest et Centrale, Montpellier II, p 101.

Robison R., Brooks R. F., 2010. Le Programme pour la Direction de la Durabilité de l'Université de Cambridge, Afrique de l'Ouest : le climat du changement ; les impacts du changement climatique, la conscientisation et la préparation à travers l'Afrique de l'Ouest, University of Cambridge, p 17.

Roudier P., Quirion P., 2009. Bilan des changements climatiques passés et futurs au Mali : rapport pour Action Contre la Faim, Centre International de Recherche sur l'Environnement et le Développement (CIRED), P 42.

Sarr, B., 2007. INSTAT+ en bref : manuel d'utilisation destiné aux ingénieurs en agro météorologie. CRA, Niamey, p 73.

Sarr, B., Lona, 2009. Changement climatique et évaluation Environnementale ; Outils et enjeux pour l'évaluation des impacts et l'élaboration des plans d'adaptation, CRA, Niamey.

Servat E., Paturel J.E., Lubes H., Kouame B., Ouedraogo M., Masson J.M., 1997. Climatic variability in humid Africa along the Gulf of Guinea Part 1: detailed analysis of the phenomenon in Côte d'Ivoire. Journal of Hydrology, 191, 1-15

Tinyar S., 2002. Connaissance des pluies au Burkina Faso : Variabilité temporelle et épisodes secs en saison des pluies. Mémoire de maîtrise en Géographie, Université de Ouagadougou, p 114.

ANNEXE

Annexe 1 : Protocole de questionnaire

FICHE D'ENQUETE

Perception paysanne du changement climatique, impacts, vulnérabilité et stratégies d'adaptation

Code	Questions	Réponses
	I. IDENTIFICATION DE L'ENQUETE	
	N° d'identification : …….. Date de l'enquête……. Village…….	
Q1	Nom Prénom	……. …….
Q2	Age	……
Q3	Nombre de femmes	……
Q4	Nombre d'enfants	……
	II PERCEPTION DU CHANGEMENT CLIMATIQUE	
	A- Saison des pluies (GS=Grande saison, PS= Petite saison)	
Q5	Quelles sont les différentes saisons observées dans votre localité dans le passé ?	1 – Grande saison sèche /……./ 2 – Grande saison des pluies /……./ 3 – Petite saison sèche /……/ 4 – Petite saison des pluies /……/
Q6	Quelles sont les différentes saisons observées dans votre localité actuellement ?	1 – Grande saison sèche /……./ 2 – Grande saison des pluies /……./ 3 – Petite saison sèche /……/ 4 – Petite saison des pluies /……/

Q7	En quel mois la saison des pluies démarrait-elle dans le passé ?	GS /……../ PS /……../
Q8	En quel mois démarre-t-elle actuellement ?	GS /……../ PS /……../
Q9	Les saisons des pluies sont elles de + en + longues ?	1-OUI GS /……../ PS /……../ 2- non GS /……../ PS /……../
Q10	Les saisons des pluies sont elles de + en + pluvieuses ?	1-OUI GS /……../ PS /……../ 2- non GS /……../ PS /……../
Q11	Les nombres de jours de pluies fortes augment-ils ?	1-OUI GS /……../ PS /……../ 2- non GS /……../ PS /……../
Q12	Les séquences sèches sont-elles de plus en plus longues ?	1-OUI GS /……../ PS /……../ 2- non GS /……../ PS /……../
Q13	Les vents violents sont-ils de + en + fréquents pendant la saison des pluies ?	1-OUI GS /……../ PS /……../ 2- non GS /……../ PS /……../
B. SAISON SECHE		
Q14	La saison sèche est-elle de + en + longue ?	1-OUI GS /……../ PS /……../ 2- non GS /……../ PS /……../
Q15	Fait-il de plus en plus chaud dans la journée pendant la saison sèche ?	1-OUI GS /……../ PS /……../ 2- non GS /……../ PS /……../
Q16	Fait-il de plus en plus froid la nuit au début de la saison sèche?	1-OUI GS /……../ PS /……../ 2- non GS /……../ PS /……../
C INDICATEURS DES SAISONS		
Q17	Aviez-vous dans le passé des indicateurs de l'arrivée proche de la saison des pluies ?	1-OUI GS /……../ PS /……../ 2- non GS /……../ PS /……../
Q18	Si oui lesquels ?	1- Astres /……/ 2-Oiseaux /……/ 3- Arbres /……./ 4-Autres /…….
Q19	Ces indicateurs sont-ils encore valables actuellement ?	1-OUI GS /……../ PS /……../ 2- non GS /……../ PS /……../

Q20	Aviez-vous dans le passé des indicateurs d'une bonne saison des pluies?	1-OUI GS /……../ PS /……../ 2- non GS /……../ PS /……../
Q21	Si oui lesquels ?	1- Astres /……/ 2-Oiseaux /……/ 3- Arbres /……./ 4-Autres /……./
Q22	Ces indicateurs sont-ils encore valables actuellement ?	1-OUI GS /……../ PS /……../ 2- non GS /……../ PS /……../
III IMPACTS DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES SUR L'AGRICULTURE ACTUELLEMNT PAR RAPPORT AU PASSE		
A- Impacts sur les ressources en eaux et les sols		
Q23	Y a-t-il de plus en plus de ravins actuellement par rapport au passé ?	1-OUI GS /……../ PS /……../ 2- non GS /……../ PS /……../
Q24	Y a t- il de plus en plus d'Erosion hydrique des sols ?	1-OUI GS /……../ PS /……../ 2- non GS /……../ PS /……../
Q25	Les puits tarissent-ils plus tôt ou plus tard ?	1- plus tôt /……./ 2-plus tard /……./ 3-sans changement /……./
Q26	Fertilité des sols dans le passé et actuellement ?	1-Plus fertiles /……./ 2 - Moins fertiles /……./
B- Impacts sur la végétation		
Q27	Etat de la couverture végétale dans le passé et actuellement ?	1- Détérioration /……./ 2-sans changement /……/ 3-amélioration /……../
Q28	espèces en disparition ?	1-Arbres /…../ 2-Herbes /……/ 3 – Aucune /……./
Q29	espèces en apparition ?	1-Arbres /…../ 2-Herbes /……/ 3 – Aucune /……./
C- Impacts sur les éléments du système de cultures		
Q30	Quelles est les principales cultures que vous pratiquez par ordre de priorité ?	**NB : priorité : a, b, c, d, e, f** maïs /……/ manioc /…../ mil /…../ arachide /……/ Coton /…../ Autres /……/
Q31	Quelles sont les types de variétés que vous avez abandonnées	1 – cycle long /……./ 2 – peu résistant à la sècheresse /……/ 3 – Mauvais rendement /…./
Q32	Quelles sont les nouvelles cultures que vous pratiquez ?	**1-** maïs /……/ 2-manioc /…../ 3-mil /…../ 4-arachide /……/ 5-Coton /…../ 6-Autres /……/

Q33	Pourquoi ?	1-Cycle court /...../ 2 – Meilleur rendement /...../ 3 – Autres /...../
Q34	Votre période de semis a-t-elle changé par rapport au passé ?	1- semis tardif /……/ 2- semis précoce /……/ 3 sans changement /……/
Q35	Conservez-vous la même densité de semis que dans le passé ?	1- Réduction /……/ 2- Augmentation /……/ 3- sans changement /……/
Q36	Faites-vous plus ou moins de ressemis par rapport au passé ?	1- plus /……/ 2- moins /……/ 3- sans changement /……/
Q37	Vos cultures sont-elles plus attaquées par les parasites/prédateurs que par le passé ?	1- plus /……/ 2- moins /……/ 3- sans changement /……/
Q38	Comment trouvez-vous les rendements de vos cultures par rapport au passé ?	1- Augmentation /……/ 2- diminution /……/ 3-sans changement /……/
Q39	Superficie cultivée par rapport au passé	1- Augmentation /……/ 2- diminution /……/ 3-sans changement /……/
Q40	Avez-vous plus de personnes qui vous aident dans vos travaux par rapport au passé ?	**1**-Oui /…../ 2-Non /……./
Q41	Durée de la jachère actuellement par rapport au passé ?	1- Augmentation /……/ 2- diminution /……/ 3-sans changement /……/ 4- pas de jachère
III IMPACTS SOCIO-ÉCONOMIQUES		
Q42	Parvenez-vous à couvrir vos besoins avec les revenus de votre activité ?	**1**-Oui /…../ 2-Non /……./
Q43	Si non quelles sont les conséquences ?	1 – Difficulté soins /……../ 2 – Difficulté Education /……../ 3 – Exode rurale /……./ 4 – Autres /……../
Q44	Avez-vous d'autres sources de revenus ?	**1**-Oui /…../ 2-Non /……./
Q45	Si oui lesquels ?	1 - Commerce /……./ 2 - Diaspora /…../ 3 – Autres /……/
Q46	Quelles sont vos modes d'acquisition des terres ?	1- Héritage /……./ 2-Don /……/ 3- Achat /……./ 4-Location /…./ 5- Emprunt / …… /
Q47	Disposez- vous d'assez de terres pour l'agriculture ?	**1**-Oui /…../ 2-Non /……./

Q48	Si non quelles sont les conséquences ?	1 - Réduction de jachère /……./ 2 – Baisse de revenu /……./ 3 – Autres /……./
Q49	Quelles sont les infrastructures sociales de base dont dispose votre village ?	1. Centre de santé / 2. Ecole / …./. 3- Marchés / …./ 4. Electricité / …./ 5. Eau potable/ …./ 6. Route / …./ 7. Banque/ …./ 8- Bque céréalière /…./ 8. Autres /…../
Q50	Recevez-vous des aides de la part du gouvernement ou des ONG pour faire face aux effets néfastes du changement climatique?	**1**-Oui /…../ 2-Non /……./
Q51	Si oui quelles sont les natures de ces aides ?	1-subvention engrais ou intrants /……/ 2- Don de matériels agricoles /……/ 3 – Don de semences /……./ 3- Autres /……/
Q52	Quelles sont les impacts de ces aides sur vos activités socio-économiques ?	1 - Augmentation des revenus /……../ 2 – Autres /……./
Q53	Les jeunes déscolarisés s'intéressent-ils à l'agriculture ?	**1**-Oui /…../ 2-Non /……./
Q54	Les prix de vente de vos produits vous conviennent-ils?	**1**-Oui /…../ 2-Non /……./
Q55	Quelles sont les difficultés que vous rencontrez dans votre vécu quotidien ?	**…….**
IV STRATEGIES D'ADAPTATION AU CHANGEMENT CLIMATIQUE		
A – TECHNIQUES		
Q56	Quelles sont les techniques de régénérescence des sols que vous pratiquez ?	1- RNA /…../ 2- Reboisement /…../ 3 -Autres /……/
Q57	Quelles pratiques culturales adoptez-vous ?	1 - variétés améliorées /…../ 2 – variétés précoces /…../ 3 - Autres /…../
Q58	Quels types d'amendement faites-vous pour enrichir vos sols ?	1 - Fumure organique 2- Engrais chimique 3- Autres
Q59	Comment luttez-vous contre les ennemis des cultures ?	1 – Traitements phytosanitaires /……/ 2 – Autres /……/
B - STARTEGIQUES		
Q60	Quelles stratégies adoptez-vous pour augmenter les chances de réussite de vos cultures	1-Dispersion des champs /…../ 2-Autres /……./

Q61	Développez-vous le maraîchage par rapport au passé ?	1- Augmentation /…../ 2 – Diminution /……./ 3- sans changement /……../
	Que faites-vous en terme de superficie pour augmenter vos récoltes ?	1- Achat /……./ 2- Location /…./ 2 - Emprunt / …… /
C - INSTITUTIONNELLES		
Q62	Recevez-vous des aides de la part du gouvernement ou des ONG pour faire face aux effets néfastes du changement climatique (institutionnelles)?	**1**-Oui /…../ 2-Non /……./
Q63	Si oui quelles sont les natures de ces aides ?	1-subvention engrais ou intrants /……/ 2- Don de matériels agricoles /……/ 3- Autres /……/
Q64	Quels appuis attendez-vous de l'Etat pour mieux exercer votre activité ?	1-subvention engrais ou intrants /……/ 2- Don de matériels agricoles /……/ 3- Autres /……/
V PROJECTIONS		
Q65	Que pensez-vous faire si la longueur de la saison augmente ?	……..
Q66	Que pensez-vous faire si la longueur de la saison diminue ?	**…….**
Q67	Que pensez-vous faire si la situation pluviométrique actuelle se maintient avec une légère augmentation de la température ?	**……..**
Q68	Que pensez-vous faire si la situation pluviométrique actuelle se maintient avec forte augmentation de la température ?	**……**

Annexe 2 : Equations recommandées par ASSANI (filtre passe-bas de hanning d'ordre 2)

$$(1)\quad X_{(t)} = 0{,}06\, X_{(t-2)} + 0{,}25\, X_{(t-1)} + 0{,}38\, X_{(t)} + 0{,}25\, X_{(t+1)} + 0{,}06\, X_{(t+2)}$$

$$\text{Pour } 3 \leq t \leq (n-2)$$

Où $X_{(t)}$ est l'indice pluviométrique pondéré du terme t, $X_{(t-2)}$ et $X_{(t-1)}$ sont les indices pluviométriques observés de deux termes qui précèdent immédiatement le terme t, $X_{(t+1)}$ et $X_{(t+2)}$ sont les indices pluviométriques observés de deux termes qui suivent immédiatement le terme t.

Les indices pluviométriques pondérés des premiers termes [$X_{(1)}$, $X_{(2)}$] et des deux derniers termes [$X_{(n-1)}$, $X_{(n)}$] de la série sont calculés au moyen des expressions suivantes (n étant la taille de la série) :

(2) $X_{(1)} = 0,54\ X_{(1)} + 0,46\ X_{(2)}$

(3) $X_{(2)} = 0,25\ X_{(1)} + 0,50\ X_{(2)} + 0,25\ X_{(3)}$

(4) $X_{(n-1)} = 0,25\ X_{(n-2)} + 0,50\ X_{(n-1)} + 0,25\ X_{(n)}$

(5) $X_{(n)} = 0,54\ X_{(n)} + 0,46\ X_{(n-1)}$

Les indices centrés et réduits des hauteurs pluviométriques saisonnières pondérées obtenues sont calculés pour mieux distinguer les périodes de déficits et d'excédents pluviométriques.

Annexe 3 : Classe d'âges des individus enquêtés

		Frequency	Percent	Cumulative Percent
Valid	35	1	0,4	0,4
	36	10	3,8	4,2
	37	13	5,0	9,2
	38	10	3,8	13,1
	39	9	3,5	16,5
	40	25	9,6	26,2
	41	9	3,5	29,6
	42	8	3,1	32,7
	43	7	2,7	35,4
	44	2	0,8	36,2
	45	24	9,2	45,4
	46	2	0,8	46,2
	47	4	1,5	47,7
	48	7	2,7	50,4
	50	16	6,2	56,5
	51	1	0,4	56,9
	52	5	1,9	58,8
	53	1	0,4	59,2
	54	4	1,5	60,8
	55	6	2,3	63,1
	56	6	2,3	65,4
	57	5	1,9	67,3
	58	3	1,2	68,5
	59	2	0,8	69,2
	60	11	4,2	73,5
	62	4	1,5	75,0
	63	1	0,4	75,4
	64	1	0,4	75,8
	65	14	5,4	81,2
	66	3	1,2	82,3
	67	2	0,8	83,1

68	2	0,8	83,8
69	2	0,8	84,6
70	15	5,8	90,4
72	1	0,4	90,8
73	2	0,8	91,5
75	6	2,3	93,8
76	1	0,4	94,2
77	1	0,4	94,6
78	2	0,8	95,4
80	7	2,7	98,1
83	1	0,4	98,5
84	1	0,4	98,8
85	2	0,8	99,6
89	1	0,4	100,0
Total	260	100,0	

Annexe 4 : Tests de rupture des différents paramètres à Atakpamé

	Tests de rupture	Année ou période de rupture	Moyenne avant 1ère rupture	Moyenne après 1ère rupture	Observation
Pluviométrie	Lee et Heghinian Pettitt Segmentation Hubert	Pas de ruptures significatives mais des sauts en 1968 et 2005	-	-	Saut en 1968
Date de démarrage 1ère saison	Lee et Heghinian Pettitt Segmentation Hubert	1988	87	94	Décalage de 7 jours plus tard
Date de démarrage 2ème saison	Lee et Heghinian Pettitt Segmentation Hubert	1959 1961 [1950 - 1959] [1960-2011]	237 238	231 231	Décalage de 1 semaine plus tôt
Longueur 1ère saison	Lee et Heghinian Pettitt Segmentation Hubert	- 1971 -	127	116	Saut en 1971 diminution de 11 jours

Longueur 2ère saison	Lee et Heghinian Pettitt Segmentation Hubert	- - -			Absence de rupture
Température moyenne	Lee et Heghinian Pettitt Segmentation Hubert	1982 1982 [1961 - 1976] [1977 - 1982] [1983-2000] [2000 - 2011]	25,8 25,8 25,7	26,7 26,7 26,1	Différence entre les moyennes très significative
Température maximale	Lee et Heghinian Pettitt Segmentation Hubert	1982 1982 [1961 - 1982] [1983-2011]	30,8 30,8 30,8	31,7 31,7 31,7	Différence entre les moyennes très significative
Température minimale	Lee et Heghinian Pettitt Segmentation Hubert	1978 1986 [1961 - 1976] [1977- 1994] [1995 - 2011]	2O, 3	21,4	Différence entre les moyennes très significative

Annexe 5 : Tests de rupture des différents paramètres à Kouma-Konda et à Kpalimé-Tové

	Tests de rupture	Année ou période de rupture	Moyenne avant 1ère rupture	Moyenne après 1ère rupture	Observation
Kouma-Konda					
Pluviométrie	Lee et Heghinian Pettitt Segmentation Hubert	1989 1989 -	1703,5	1501,4	Baisse de la pluviométrie
Date de démarrage 1ère saison	Lee et Heghinian Pettitt Segmentation Hubert	1989 - [1950- 1989] [1990 - 2011]	81 -	92	Décalage de 11 jours plus tard

Date de démarrage 2ère saison	Lee et Heghinian Pettitt Segmentation Hubert	1964 1964 -	237	232	Décalage de 5 jours plus tôt
Longueur 1ère saison	Lee et Heghinian Pettitt Segmentation Hubert	1957 1969 -	- 146	135	Raccourcissement de 11 jours
Longueur 2ère saison	Lee et Heghinian Pettitt Segmentation Hubert	1962 1963	92	94	Allongement
KPalimé-Tové					
Pluviométrie	Lee et Heghinian Pettitt Segmentation Hubert	1969 1972 -	1536,1	1379,6	Baisse de la pluviométrie
Date de démarrage 1ère saison	Lee et Heghinian Pettitt Segmentation Hubert	1956 1956 -	-	-	
Date de démarrage 2ère saison	Lee et Heghinian Pettitt Segmentation Hubert	1964 1964 [1950- 1962] [1963 - 2011]	241	234	Décalage de 7 jours plus tôt
Longueur 1ère saison	Lee et Heghinian Pettitt Segmentation Hubert	1957 1969 -	134	125	Raccourcissement de 9 jours
Longueur 2ère saison	Lee et Heghinian Pettitt Segmentation Hubert	1962 1963	96	87	Raccourcissement de 9 jours

Annexe 6 : Tendance de l'évolution des différents paramètres (Test de Mann Kendall)

Atakpamé		
Paramètre	U	t'
Température minimale	7,8379	ThHS
température maximale	6,2947	ThHS
Tn90P	7,5292	ThHS
Tx90P	6,1810	ThHS
Pluviométrie	0,5649	ThNS
Date début première saison	2,1684	ThS
Date début deuxième saison	-2,6428	TbHS
Longueur première saison	-1,1237	TbNS
Longueur deuxième saison	0,0304	ThNS
Séquence sèche mois de Mai	-0,9050	TbNS
Séquence sèche mois de juin		HS
Séquence sèche mois de juillet	-0,6985	TbNS
Séquence sèche mois de Septembre	-2,4478	TbS
Séquence sèche mois d'octobre	1,7068	ThNS
Kouma-Konda		
Paramètre	U	t'
Pluviométrie	-0,7471	TbNS
Date début première saison	2,1320	ThS
Date début deuxième saison	-3,0047	TbHS
Longueur première saison	-2,4843	TbS
Longueur deuxième saison	-0,2976	TbNS
Séquence sèche mois de Mai		ThNS
Séquence sèche mois de juin	-2,6057	TbHS
Séquence sèche mois de juillet	-3,9420	TbHS
Séquence sèche mois de Septembre	-4,7924	TbHS
Séquence sèche mois d'octobre	-2,3263	TbS
Kpalimé-Tové		
Paramètre	U	t'
Pluviométrie	-0,9536	TbNS
Date début première saison	0,2976	ThNS
Date début deuxième saison	-2,4964	TbS
Longueur première saison	-0,3948	TbNS
Longueur deuxième saison	-0,8200	TbNS
Séquence sèche mois de Mai	0,4920	ThNS
Séquence sèche mois de juin	1,0387	ThNS
Séquence sèche mois de juillet	0,6135	ThNS
Séquence sèche mois de Septembre	-1,6461	TbNS
Séquence sèche mois d'octobre	0,0790	ThNS

Tb= Tendance à la baisse ; Th= Tendance à la hausse ; HS= Hautement significatif ; S= Significatif ; NS= Non significatif

Annexe 7 : Fiches de Projets prioritaires

Fiche de projet N°1 : Assistance Agrométéorologique aux paysans

Projet : Suivi agrométéorologique des cultures en milieu paysan pour le calage des calendriers agricoles

Justification

La question du calage de la saison des pluies a par conséquent toujours été au cœur des préoccupations des communautés rurales. Traditionnellement, les communautés rurales adoptent de l'hypothèse de pluies "mouillant bien le sol" et des prévisions traditionnelles qualitativement fondées sur les indicateurs de saison. Mais, ces prévisions ne répondent plus compte tenue de la perturbation des saisons de pluie liées au changement climatique. Les opinions sont tellement partagées à l'approche des saisons de pluie.

Pour répondre aux préoccupations des populations et leur garantir une agriculture durable, il parait nécessaire de vulgariser l'information agrométéorologique jusqu'aux fins fonds des populations rurales en vue de l'amélioration de la productivité agricole et des rendements.

Objectif global : Fournir aux paysans des avis et conseils agrométéorologiques et appuis techniques pour une meilleure planification des activités agricoles et la gestion de leur calendrier agricole.

Objectifs spécifiques :

- Distribuer les pluviomètres aux paysans et les former de leur utilisation;
- Former les paysans sur les observations agrométéorologiques et l'utilisation du calendrier prévisionnel des semis;
- Contribuer à l'amélioration de la productivité agricole.

Faisabilité technique et financière :

Faisabilité technique :

- Existence d'une expertise technique pour l'encadrement des paysans,
- Existence d'une expertise nationale,
- Nécessité de calage des calendriers culturaux adaptés,

Faisabilité financière :

- Appui du FEM ;
- Apport de l'Etat ;
- Apport des collectivités ;

Résultats attendus

- Les pluviomètres sont distribués et l'utilisation acquise par les paysans;
- Les paysans sont formés sur les observations agrométéorologiques et la maîtrise de la notion du calendrier cultural acquise;

- La productivité agricole est améliorée.

Activités

- Elaboration et diffusion des informations météorologiques ;
- Formation sur l'utilisation des pluviomètres;
- Formation et sensibilisation des différents acteurs ;
- Assistance techniques aux paysans.

Risques et obstacles

- Absence d'équipement adéquat ;
- Insuffisance de ressources humaines qualifiées ;
- Insuffisance de ressources financière.

Arrangements institutionnels

Le projet concerne tout le pays sous la responsabilité de la Direction générale de la Météorologie Nationale en collaboration avec les structures impliquées dans le domaine de l'agriculture. Le Groupe de Travail d'Assistance Agrométérologique sera l'organe de pilotage.

Suivi-évaluation

Indication de suivi/Evaluation

- Nombre de pluviomètre distribués;
- Nombre de paysans formés;
- Taux d'augmentation de la production agricole.

Durée : deux (02) ans
Coût financier : 2000 000 $US.

Fiche de projet N°2 : Aménagement des bas-fonds et des terres humides pour le développement et la diversification des cultures de contre saison
Titre du projet : Aménagement des bas-fonds dans le canton de Kpimé pour les cultures irriguées et de contre saison

Justification

La baisse des précipitations et la dégradation des terres cultivables à entraîner la baisse de la production des cultures pluviales. Cette situation rend très difficile les conditions sociales des paysans du fait qu'ils tirent l'essentiel de leurs revenus de l'agriculture qui est essentiellement pluviale.
La mise en œuvre du présent projet permettra d'aménager les bas-fonds pour permettre de produire des cultures de contre saison et développer le maraîchage en vue d'atteindre l'autosuffisance alimentaire.

Objectif global

Assurer la sécurité alimentaire et aider à diversifier les sources de revenu des paysans par une meilleure production des cultures de contre saison et le maraîchage.

Objectifs spécifiques

- Aménager les bas-fonds ;
- Introduire les nouvelles pratiques agricoles durable pour améliorer les rendements ;
- Améliorer les revenus des paysans.

Faisabilité technique :

- Existence d'une expertise technique pour l'encadrement des populations ;
- Besoins exprimés par les populations;
- Disponibilités des ressources indispensables pour le projet.

Faisabilité financière :

- Appui du FEM ;
- Apport de l'Etat ;
- Apport des collectivités,

Résultats attendus

- Les bas-fonds sont aménagés ;
- La production agricole s'est améliorée ;
- Les revenus sont améliorés.

Activités

- L'aménagement des bas-fonds et vallées de la rivière;
- L'amendement des sols ;
- La mise en place de la gestion durable des terres ;
- Le renforcement des capacités des populations ;
- La mise en place des organes de gestion ;
- Le suivi-évaluation.

Risques liés au projet

- L'insuffisance de débouchés ;
- Le retard dans le décaissement des fonds.

Arrangement institutionnel

Le projet sera exécuté sous la tutelle des Services locaux du Ministère de l'Agriculture en collaboration avec celui chargé de l'eau et de l' hydraulique appuyés par un Comité de Pilotage composé de toutes les parties prenantes. La coordination et le suivi de la mise en œuvre du projet seront assurés par une cellule technique.

Suivi-évaluation

Indicateurs de suivi-évaluation

- La superficie des sites aménagés ;
- Le nombre des exploitants
- Le nombre de réalisation des points d'eau d'alimentation ;
- Le rendement

Mécanisme de suivi-évaluation

- Des missions de terrain seront effectuées périodiquement ;
- Des rapports d'avancement intermédiaire et annuel ainsi qu'un rapport final seront établis ;
- Une revue à mi-parcours et une évaluation finale du projet seront effectuées.

Durée : Trois (03) ans.

Coût financier : **3.000.000 $US**

Annexe 8 : Prélèvement d'eau de boisson dans la rivière

Photo 3 ***Prélèvement d'eau de boisson dans la rivière*** Photo 4

Annexe 9 : Activités Génératrices de Revenu

Photo 5 ***Pépinière des jeunes plants et boutures*** Photo 6

Photo 7 : ***tressage de nattes***

Photo 8 : ***Préparation de l'huile rouge***